

Rapport à monsieur le ministre de l'Éducation nationale
et de la Jeunesse
madame la ministre de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

La sensibilisation et la formation à la démarche scientifique de l'école élémentaire au doctorat

N° 21-22 099A – avril 2023

*Inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche*

La sensibilisation et la formation à la démarche scientifique de l'école élémentaire au doctorat

Avril 2023

**Jean Aristide CAVAILLÈS
Sophie JULIEN**

Bertrand MINAULT
Caroline MOREAU-FAUVARQUE
Erwan PAITEL
Claudine PICARONNY

*Inspecteurs généraux de l'éducation,
du sport et de la recherche*

SOMMAIRE

Synthèse	1
Liste des recommandations	3
Introduction.....	6
1. La formation à la démarche scientifique dans le temps long de la scolarité : un objectif largement partagé, peu explicité et très incomplètement évalué	8
1.1. La formation à la démarche scientifique comme élément du socle de formation	10
1.1.1. <i>Le premier degré – démarche scientifique et démarche d’investigation</i>	10
1.1.2. <i>La formation à la démarche scientifique au collège – des intentions explicites de formation à la démarche scientifique qui ne se matérialisent que partiellement, dans un contexte d’apprentissage des sciences très fragile.....</i>	15
1.2. La formation à la démarche scientifique au lycée : une très grande diversité selon les parcours et les voies d’enseignement.....	20
1.2.1. <i>Une exposition à la démarche scientifique très variable selon les voies d’enseignement et les parcours</i>	21
1.2.2. <i>Une formation à la démarche scientifique en lycée qui connaît le même succès qu’au collège dans la dimension procédurale et les mêmes difficultés dans la dimension épistémique.....</i>	22
1.2.3. <i>L’enseignement scientifique commun du cycle terminal de la voie générale a pour objectif la formation à la démarche scientifique, mais peine à l’atteindre.....</i>	23
2. La formation à la démarche scientifique dans l’enseignement supérieur – un développement récent, fragile et partiel	25
2.1. La maîtrise de la démarche scientifique : un attendu explicite des formations dispensées dans l’enseignement supérieur	25
2.1.1. <i>La maîtrise de la démarche scientifique est une compétence attendue qui figure à ce titre dans le répertoire national des certifications professionnelles</i>	25
2.1.2. <i>Le cadre national des diplômes précise la manière dont la formation à la démarche scientifique se déploie dans les différents cursus de l’enseignement supérieur</i>	26
2.1.3. <i>La prise en compte de la formation à la démarche scientifique est un critère d’appréciation retenu par le Haut Conseil de l’évaluation de la recherche et de l’enseignement supérieur (HCERES)</i>	28
2.2. Une mise en œuvre effective de formations à la démarche scientifique variable selon les filières, les cycles et les disciplines et peu visible dans l’offre de formation	29
2.3. Le renouvellement de l’attention portée à la question de la démarche scientifique dans l’enseignement supérieur à la faveur d’évolutions contextuelles	32
2.3.1. <i>La première évolution tient aux dynamiques scientifiques, marquées par le renforcement des approches interdisciplinaires liées à la mise à l’agenda des grandes questions sociétales</i>	32
2.3.2. <i>La deuxième évolution tient au maintien de l’attention maintenue des pouvoirs publics à la question de l’attractivité des filières scientifiques</i>	33
2.3.3. <i>La troisième évolution renvoie au rôle accru des universités en matière de dialogue entre les sciences et la société</i>	34
2.3.4. <i>La quatrième évolution tient à l’attention renouvelée aux pratiques pédagogiques dans l’enseignement supérieur</i>	34

2.4. Une offre explicite de formation à la démarche scientifique présente dans de nombreux établissements mais restant fragile et partielle	35
2.4.1. <i>Une offre explicite de formation à la démarche scientifique est présente dans la plupart des établissements d'enseignement supérieur, mais ne touche que peu d'étudiants.....</i>	<i>36</i>
2.4.2. <i>L'offre de formation à la démarche scientifique de l'enseignement supérieur cible encore insuffisamment les étudiants qui seront les décideurs politiques et les journalistes de demain</i>	<i>38</i>
2.4.3. <i>La nécessité de mieux faire connaitre la réalité des pratiques de recherche et de validation des savoirs aux scientifiques eux-mêmes.....</i>	<i>41</i>
3. La formation des enseignants du premier et second degré à la démarche scientifique – une préparation insuffisante	42
3.1. La formation des enseignants du premier degré	42
3.1.1. <i>La plupart des professeurs des écoles sont mal à l'aise avec les sciences.....</i>	<i>42</i>
3.1.2. <i>La formation à la démarche scientifique des étudiants en INSPÉ : un enjeu jugé important et des objectifs de formation variés.....</i>	<i>45</i>
3.1.3. <i>Une presque exclusivité est réservée à la démarche d'investigation dans la formation des futurs professeurs des écoles, de plus insuffisamment préparés à la mobilisation de partenaires extérieurs</i>	<i>46</i>
3.2. La formation initiale des enseignants du second degré	49
3.2.1. <i>L'évaluation au concours de recrutement : principal levier dont dispose l'institution pour infléchir les pratiques en INSPÉ et pour favoriser à la fois le développement de compétences d'interdisciplinarité et la compréhension de la démarche scientifique</i>	<i>51</i>
4. La sensibilisation à la démarche scientifique dans l'enseignement scolaire – un grand nombre d'acteurs, peu pilotés au niveau national ou territorial.....	52
4.1. Des actions de sensibilisation à la démarche scientifique en grande partie externalisées par l'institution scolaire	52
4.1.1. <i>Des actions de sensibilisation à la démarche scientifique émanant le plus souvent du terrain, qui restent pour la plupart locales et cloisonnées, à quelques exceptions près</i>	<i>53</i>
4.1.2. <i>De la procédure à la posture ou comment mettre des élèves dans une position de chercheurs.....</i>	<i>55</i>
4.1.3. <i>Des pratiques nombreuses des établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche en direction des publics scolaires et enseignants, intégrées à leur stratégie et à celle du MESR.....</i>	<i>57</i>
4.2. La nécessaire coordination des acteurs et le besoin d'un pilotage national et territorial des actions de sensibilisation à la démarche scientifique.....	58
4.2.1. <i>Au niveau central du MENJ, une absence de pilotage identifié et une intégration problématique de la culture scientifique à l'enseignement artistique et culturel.....</i>	<i>58</i>
4.2.2. <i>Au niveau local, une relation partenariale entre les centres de culture scientifique, technique et industrielle et l'éducation nationale à encadrer.....</i>	<i>59</i>
4.2.3. <i>Au niveau académique, un réseau de correspondants académiques et de conseillers pour les sciences et les technologies peu soutenu et dont le positionnement est à clarifier</i>	<i>60</i>
Annexes	63

SYNTHESE

Comprendre les réponses que la science est en capacité d'apporter, ou non, face aux multiples défis, sanitaires, climatiques ou énergétiques, auxquels les sociétés sont confrontées est un objectif essentiel de formation. Après avoir rappelé que la démarche scientifique se définit comme un mode de production de savoirs qui s'appuie sur un ensemble de normes méthodologiques et éthiques, la mission précise les enjeux de la formation et de la sensibilisation à la démarche scientifique de l'école élémentaire au doctorat.

À l'échelle européenne et internationale, le développement de la « littératie scientifique » ou de la compréhension de la « nature de la science » sont des attendus de formation de plus en plus présents dans les enseignements de sciences même si leur prise en compte concrète se heurte à de nombreuses difficultés. Cet objectif n'est pas nouveau ; il est affirmé, sous des formulations qui ont évolué dans le temps, dans les programmes des disciplines scientifiques depuis la fin du XIX^e siècle.

Dans une première partie, la mission analyse les conditions dans lesquelles la démarche scientifique est enseignée dans le cadre de l'enseignement scolaire français. Même si, à ce niveau de formation, de nombreuses disciplines d'enseignement mettent en avant des démarches en lien avec la démarche scientifique, c'est dans les champs disciplinaires scientifiques et technologiques que ce lien est le plus fréquemment et le plus explicitement souligné. La mission a donc concentré ses analyses sur les disciplines traditionnellement identifiées comme relevant de la science et de la technologie.

L'état des lieux montre que s'il existe dans les programmes d'enseignement des disciplines scientifiques et technologiques une intention explicite¹ de formation à la démarche scientifique, cette intention ne se concrétise que partiellement.

À l'école élémentaire, la difficulté à former les élèves à la démarche scientifique s'inscrit dans le contexte plus large des insuffisances de la formation en sciences dans le premier degré, qui sont révélées par les mauvais résultats des élèves aux enquêtes nationales et internationales consacrées aux sciences. Les causes en ont été analysées dans plusieurs rapports de l'IGÉSR, de la Cour des comptes ou de l'Académie des sciences. Elles tiennent au non-respect des horaires d'enseignement réglementairement dédiés aux sciences et, surtout, à l'insuffisance de la formation en sciences des professeurs des écoles, à laquelle la troisième partie de ce rapport est en partie consacrée. Les enseignants sont par ailleurs encouragés à pratiquer des démarches d'investigation, qui reposent sur des activités expérimentales parfois difficiles à mettre en place en école et qui s'avèrent compliquées à mettre en œuvre pour la majorité d'entre eux, dont la maîtrise scientifique est fragile.

Au collège, la dimension procédurale de la démarche scientifique est souvent enseignée de façon satisfaisante et sa maîtrise est évaluée au DNB. En revanche, les aspects épistémiques de cette démarche, tenant à une compréhension de quelques spécificités du savoir scientifique comme le fait de « *distinguer faits scientifiques et croyances, pour entrer dans une relation scientifique avec les phénomènes naturels ou techniques, et le monde vivant* »² ne sont pratiquement pas enseignées. La mission propose plusieurs pistes qui permettraient de mieux prendre en compte toutes les dimensions de la démarche scientifique dans les enseignements. Ces recommandations touchent à l'organisation des programmes, à l'évaluation des élèves au DNB et au développement d'approches interdisciplinaires pour aider les élèves à mieux identifier ce que les démarches mises en avant dans les différentes disciplines ont en commun.

Au lycée, l'apprentissage de la démarche scientifique est marqué par une très grande hétérogénéité selon les parcours et les voies d'enseignement et selon la part qu'occupent les sciences dans la formation des élèves. En voie générale, cependant, les lycéens bénéficient, dans le cycle terminal, d'un enseignement scientifique qui se donne pour objectif de former tous les élèves à la démarche scientifique. La mission recommande d'introduire des enseignements partageant cet objectif dans les voies professionnelles et technologiques, en procédant aux adaptations nécessaires. Elle préconise également de réaliser un bilan sur

¹ Les programmes de la scolarité obligatoire mettent explicitement en avant, à tous les niveaux d'enseignement, la pratique de « démarches scientifiques » comme une compétence travaillée du socle commun de compétences de connaissances et de culture.

² Préambule du programme du cycle 4 en sciences de la vie et de la Terre.

les conditions de la mise en place de l'enseignement scientifique commun de la voie générale, et d'introduire un suivi systématique de la qualité des apprentissages dans cette discipline.

Dans une seconde partie, la mission a cherché à évaluer comment la formation à la démarche scientifique se déploie dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche. La formation « à et par » la recherche impliquant l'adossement des formations à la recherche dans les universités offre en théorie un accès privilégié pour la formation à la démarche scientifique. La maîtrise de la démarche scientifique constitue également un des attendus explicites des formations de l'enseignement supérieur notamment pour celles relevant des domaines scientifiques. Les fiches RNCP de ces formations insistent aussi sur cette maîtrise et les évaluations des formations conduites par le HCÉRES en font un des critères de qualité. Malgré ce constat règlementaire positif, la formation à la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur comporte encore des lacunes et manque souvent de visibilité.

Plusieurs évolutions récentes mettent en lumière la nécessité de former les étudiants à la démarche scientifique sous l'angle de la montée de la pluridisciplinarité. Les dynamiques scientifiques sont marquées par la mise à l'agenda des questions sociétales qui appelle à un travail transversal entre les disciplines, les composantes des établissements, les filières et les unités de recherche. Les universités sont conduites à endosser un rôle accru en matière de relation entre la science et la société. La labellisation « sciences avec et pour la société » de 2021 issue de la mise en œuvre d'une des dispositions de la loi n° 2020-1674 du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 en est une illustration. Néanmoins, la mission propose que l'offre de formation de l'enseignement supérieur soit mieux ciblée vers les publics stratégiques pour lesquels la connaissance de la démarche scientifique constitue un enjeu démocratique important : les futurs décideurs, les futurs journalistes et les scientifiques eux-mêmes.

Dans une troisième partie, la mission a analysé comment, dans le champ scolaire, les enseignants sont préparés à former les élèves à la démarche scientifique au cours de leur formation initiale. Dans le premier degré, les enseignants du premier degré sont mal à l'aise avec les sciences du fait notamment de leur formation initiale. Les volumes horaires des enseignements scientifiques dans les masters métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation (MEEF) préparés dans les instituts nationaux supérieurs du professorat et de l'éducation (INSPÉ) sont très insuffisants pour remplir les besoins de formation d'étudiants non spécialisés en sciences, quels que soient les efforts bien réels des INSPÉ en la matière. La mission reprend à son compte la recommandation faite par le rapport IGÉSR³ de 2022 relatif à la formation initiale des professeurs des écoles en France qui consiste à mettre en place un cursus dédié en cinq années commençant après le baccalauréat dans lequel les sciences et la technologie pourraient trouver une place plus en adéquation avec les enjeux qu'elles portent.

La mission a conduit une enquête auprès des directeurs d'INSPÉ qui permet de soulever quelques points de débat. Ainsi, la démarche d'investigation, mise en avant par la fondation « La main à la pâte » dès 1996, occupe en INSPÉ une place très largement dominante alors que sa mise en œuvre présente des difficultés difficilement franchissables par les professeurs non spécialistes en sciences.

Dans la formation des enseignants du second degré, la mission s'est concentrée sur les master MEEF second degré car la majorité des étudiants lauréats du CAPES en sont issus. Elle constate que la formation à la démarche scientifique est pratiquement absente du cadre national de cette formation même si certains INSPÉ proposent des enseignements spécifiques consacrés à cette thématique. De plus, l'intervention de partenaires extérieurs dans les classes est également une voie d'apprentissage et de sensibilisation à la démarche scientifique qui mériterait d'être plus intégrée aux enseignements des masters MEEF.

Dans une quatrième partie, la mission s'est attachée à examiner les actions de sensibilisation à la démarche scientifique conduites dans les établissements scolaires par des acteurs nombreux relevant en majorité du monde de la médiation scientifique. Ces actions de sensibilisation sont externalisées dans la plupart des cas. Pour pertinentes et bienvenues qu'elles puissent être, la mission préconise toutefois de rendre ces actions moins locales et cloisonnées, dans le cadre d'un pilotage structuré au niveau central et académique.

³ Olivier Hunault et Marie-Hélène Leloup (2022). La formation initiale des professeurs des écoles en France : une évolution nécessaire à l'aune des standards européens, un enjeu pour la réussite des élèves. (rapport n° 2022-150). IGÉSR. Rapport non public.

Liste des recommandations

La formation à la démarche scientifique dans le temps long de la scolarité – un objectif largement partagé, peu explicité et très incomplètement évalué

Recommandation n° 1 : agir sur les programmes d'enseignement scolaire :

- a) dans les programmes d'enseignement scolaire, rendre explicites les liens entre les démarches mobilisées dans les différentes disciplines et la démarche scientifique ;
- b) inscrire dans le corps des programmes de collège et de lycée des connaissances exigibles relevant de la dimension épistémique de la démarche scientifique (compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques), adaptées à chaque niveau d'enseignement ;
- c) identifier explicitement des thèmes précis permettant une approche pluridisciplinaire de la démarche scientifique dans le cadre de séances de co-intervention et mettre en place des formations adaptées à destination des enseignants.

Recommandation n° 2 : agir sur l'exposition à la démarche scientifique des élèves dans la classe :

- a) renforcer le lien entre les disciplines enseignées et la science telle qu'elle se pratique en recherche, dans tous les domaines, y compris en favorisant l'implication de chercheurs de tous champs dans des actions en direction du monde scolaire ;
- b) favoriser, au collège, les conditions d'une exposition pluridisciplinaire à la démarche scientifique.

Recommandation n° 3 : agir sur l'évaluation des élèves :

- a) systématiser des questions testant les connaissances épistémiques (compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques) dans les sujets de DNB et de baccalauréat ;
- b) accroître dans les enquêtes CEDRE le nombre de questions testant explicitement les connaissances épistémiques. Rendre publiques les données différenciant les scores obtenus dans les trois catégories de connaissance, de contenu, procédurales et épistémiques.

Recommandation n° 4 : améliorer les conditions d'exercice de l'enseignement scientifique commun du cycle terminal de la voie générale et mettre en place des enseignements analogues dans toutes les voies du lycée :

- a) généraliser aux voies professionnelles et technologiques les enseignements analogues, dans leurs objectifs, à l'enseignement scientifique commun de la voie générale, adaptés aux spécificités de chaque parcours ;
- b) diligenter un travail d'analyse spécifique et à grande échelle des conditions de mise en place de l'enseignement scientifique et de l'impact de ses différentes évolutions réglementaires ;
- c) flétrir des moyens pour, d'une part, dispenser l'enseignement scientifique en effectifs réduits permettant une pratique expérimentale authentique et un travail collectif laissant une place au débat et, d'autre part, favoriser et organiser la concertation de l'équipe pédagogique pluridisciplinaire en charge de l'enseignement scientifique commun de la voie générale ;
- d) utiliser les données des livrets scolaires lycéens (LSL) pour analyser, en tendance, la maîtrise des compétences relatives à la démarche scientifique. Mettre en place des enquêtes périodiques sur échantillon en classe de terminale, sur le modèle des enquêtes CEDRE, pour analyser la qualité des apprentissages concernant la démarche scientifique, dans toutes ses dimensions.

La formation à la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur – un développement récent, fragile et lacunaire

Recommandation n° 5 : conforter dans l'offre de formation des établissements d'enseignement supérieur la place d'un enseignement explicite à la démarche scientifique, ouvert à l'ensemble des publics étudiants, qui serait validé par des crédits ECTS.

Recommandation n° 6 : mutualiser (cours en ligne) les unités d'enseignement (UE) existantes relatives à la démarche scientifique et les valoriser en créant des diplômes d'université (DU) et/ou des diplômes interuniversitaires (DIU) inter-cycles. À cette fin, s'appuyer sur les vice-présidents sciences et société des

universités pour cartographier ces UE pour chaque regroupement d'enseignement supérieur et de recherche (« sites de l'ESR »).

Recommandation n° 7 : renforcer l'offre de formation en direction des futurs décideurs, des futurs journalistes et des scientifiques en incluant les problématiques méthodologiques, épistémiques et éthiques de la démarche scientifique. S'appuyer sur l'IHEST pour construire un tel module de formation. Inclure systématiquement cette formation dans l'offre de formation des écoles doctorales destinées aux étudiants en troisième cycle.

Recommandation n° 8 : former les maîtres de conférences nouvellement recrutés à la prise de parole en public pour qu'ils apprennent à présenter leurs travaux de recherche notamment à des publics de non spécialistes.

La formation initiale des enseignants du premier et second degré à la démarche scientifique – une préparation insuffisante

Recommandation n° 9 : mettre en place un cursus dédié à la formation des professeurs des écoles, en cinq ans, commençant immédiatement après les études secondaires, dans lequel les sciences et la technologie pourraient trouver une place plus en adéquation avec les enjeux qu'elles portent, notamment en ce qui concerne la formation à l'éducation à la démarche scientifique.

Recommandation n° 10 : présenter en INSPÉ des approches pédagogiques diverses de l'enseignement des sciences et de la démarche scientifique.

Recommandation n° 11 : former les futurs enseignants au montage de partenariats profitables aux apprentissages.

Recommandation n° 12 : rendre explicite l'objectif de formation à la démarche scientifique dans le cadre national des formations dispensées dans les masters MEEF des premier et second degrés. Préciser les objectifs de formation de l'initiation à la recherche pour renforcer la formation explicite à la démarche scientifique dans tous les parcours par le biais d'unités d'enseignement dédiées.

Recommandation n° 13 : dans l'épreuve orale d'entretien des concours du CAPES, CAPET ou CAPLP, introduire une prise en compte de la compréhension de la démarche scientifique dans toutes ses dimensions, ainsi que de la pratique de la pluridisciplinarité.

La sensibilisation à la démarche scientifique dans l'enseignement scolaire – un grand nombre d'acteurs, peu pilotés aux niveaux national ou territorial

Recommandation n° 14 : passer d'une démarche d'externalisation à une démarche d'intégration pour faire évoluer les usages des acteurs de la culture scientifique et technique, ainsi que leur implication au sein des établissements ; mieux valoriser les apports des acteurs extérieurs qui produisent de grandes quantités de ressources et de formations dans des formats innovants, interactifs et participatifs, portant sur des enjeux sociétaux majeurs.

Recommandation n° 15 : mettre à profit les actions récentes lancées par le ministère de l'enseignement supérieur (label « sciences avec et pour la société », SAPS) dans le cadre de la mise en œuvre de la loi n° 2020-1674 de programmation de la recherche du 24 décembre 2020 pour repérer, renforcer et coordonner les actions de sensibilisation à la démarche scientifique à l'échelle des régions académiques qui correspondent à celle des sites de l'enseignement supérieur et de la recherche, autour des vice-présidents science et société des universités et des délégués régionaux académiques à la recherche et à l'innovation (DRARI).

Recommandation n° 16 : extraire la culture scientifique technique et industrielle (CSTI) de l'enseignement artistique et culturel (EAC) pour en faire un sujet à part entière et identifier, au sein du service de la DGESCO traitant de l'action pédagogique, une tête de réseau pour piloter et coordonner les actions qui en relèvent.

Recommandation n° 17 : relancer le conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle (CNCSTI) et faire évoluer la stratégie nationale de culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI) pour assurer un véritable pilotage interministériel qui reste aujourd'hui à construire.

Recommandation n° 18 : fusionner les fonctions des « correspondants académiques à la science et aux technologies » (CAST) avec celles des conseillers à la culture scientifique, technique et industrielle actuellement positionnés auprès des délégations académiques aux arts et à la culture (DAAC) pour créer une nouvelle fonction de « délégué académique à la culture scientifique, technique et industrielle » (DACSTI), positionnée au même niveau que le DAAC. Le DACSTI serait l'interlocuteur privilégié du délégué régional académique à la recherche et à l'innovation (DRARI) et des vice-présidents sciences et société des universités, renforçant l'interface entre l'enseignement supérieur et la recherche et l'enseignement scolaire.

Introduction

Inscrite au programme de travail annuel 2021-2022 de l’inspection générale de l’éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), la mission intitulée « la sensibilisation et la formation à la démarche scientifique de l’école primaire au doctorat » a mobilisé six inspecteurs généraux, Sophie Julien, Aristide Cavaillès, pilotes de la mission, ainsi que Bertrand Minault, Caroline Moreau-Fauvarque, Erwan Paitel et Claudine Picaronny, membres de l’équipe.

La démarche scientifique au sens de la mission

La démarche scientifique peut être définie comme un mode de production de savoirs qui s’appuie sur un ensemble de normes méthodologiques et de normes éthiques partagées par les communautés de chercheurs⁴⁵.

Les normes méthodologiques portent sur l’élaboration de connaissances dont la validité est acceptée par une communauté de chercheurs spécialisée dans un domaine scientifique donné. Dans sa description la plus schématique, cette élaboration met en œuvre une séquence d’opérations : émission d’une hypothèse, identification de conséquences observables, confirmation ou infirmation de l’hypothèse par comparaison avec des observations ou des mesures, retour sur l’hypothèse de départ etc.⁶. La confrontation au réel, qu’il soit interrogé par l’expérimentation, par l’observation ou par l’examen de sources authentiques ou de vestiges, est un élément essentiel de la démarche scientifique.

Au-delà de cette méthodologie de production des savoirs, les normes de leur validation et d’acceptation par la communauté reposent sur un ensemble de valeurs éthiques partagées, récemment rappelées par le comité d’éthique du CNRS⁷ : « *la rigueur, l’honnêteté, la fiabilité et la transparence des méthodes utilisées et l’évaluation critique des publications par les pairs* ». Comprendre la démarche scientifique, c’est donc d’une part connaître les règles méthodologiques de production et de validation des savoirs scientifiques et d’autre part avoir conscience des pratiques et des valeurs des communautés scientifiques concernées ; c’est concevoir comment la science se construit et en quoi elle constitue un mode d’élaboration de connaissances spécifique, pour en reconnaître les forces et les limites ; c’est comprendre, comme on le lit souvent, comment « la science fonctionne ».

Tous les champs de la recherche peuvent se réclamer de la démarche scientifique, même si chacun de ces champs emprunte des voies méthodologiques très diverses pour l’élaboration des savoirs. En ce qui concerne la formation des élèves ou des étudiants, cependant, l’importance explicite accordée à la démarche scientifique dans les enseignements est très variable. Elle est, particulièrement dans le champ scolaire, affirmée avec le plus de netteté dans les disciplines relevant des sciences, de la technologie et, d’une façon particulière, des mathématiques.

Un enjeu de formation citoyenne très largement reconnu dans le monde

La formation à la démarche scientifique est un objectif dont l’importance est reconnue dans de nombreux pays car il conditionne la compréhension, par tous les citoyens des réponses que la science est en capacité d’apporter, ou non, aux multiples défis, sanitaires, climatiques, énergétiques, auxquels notre époque doit

⁴ Voir l’annexe 3 pour une discussion plus complète sur les sens donnés à l’expression « démarche scientifique ». L’approche de la mission est voisine de celle de Robert Merton, voir : Merton R. K. (1973 [1942]). The Normative Structure of Science. Dans *The Sociologies of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 267-278.

⁵ La mission a choisi d’utiliser le singulier plutôt que le pluriel « démarches scientifiques », qui lui est souvent préféré pour mettre en évidence le fait que, selon les domaines scientifiques, les normes peuvent varier. Il s’agit ici d’identifier ce que les différentes démarches scientifiques mises en œuvre dans les différents champs ont de commun et non d’insister sur le particularisme de telle ou telle méthodologie.

⁶ Cette description est évidemment très simplifiée. Dans la réalité, les étapes mentionnées ne se succèdent pas linéairement dans une séquence chronologique. L’élaboration des savoirs scientifiques est le plus souvent sujette à des hésitations, des retours en arrière et à des ruptures, dans un processus qui ne comporte pas nécessairement toutes ces étapes et où celles-ci ne sont pas toujours clairement identifiables.

⁷ Comité d’éthique du CNRS, avis n° 2021-42 du 25 juin 2021 relatif à la communication scientifique en période de crise sanitaire, <https://comite-ethique.cnrs.fr/>

faire face. À l'échelle européenne et internationale, le développement de la « littératie scientifique » (« scientific literacy ») ou de la compréhension de la « nature de la science » (*nature of science*)^{8 9} sont des attendus de formation de plus en plus présents, principalement dans les enseignements de science, même si leur prise en compte concrète se heurte à de nombreuses difficultés⁹. En France, cet objectif est affirmé, sous des formulations qui ont évolué dans le temps, dans les programmes de l'ensemble des disciplines d'enseignement scientifiques, depuis au moins la fin du XIX^e siècle¹⁰.

Approche et méthodologie de la mission

Les analyses de la mission, s'agissant de la situation en France, s'appuient sur trois problématiques qui articulent ce rapport :

- comment la démarche scientifique est-elle enseignée aux jeunes et, si nécessaire, quelles sont les pistes d'amélioration ? La mission propose un large état des lieux analysant les enseignements qui contribuent à cette formation, les méthodes pédagogiques et didactiques mobilisées, les objectifs et les publics visés. Dans les deux premières parties de ce rapport, elle dresse un tableau très contrasté selon les cursus scolaires et universitaires et formule des recommandations pour renforcer la formation à la démarche scientifique à toutes les étapes des cursus de formation ;
- comment mieux préparer les professeurs à l'enseignement de la démarche scientifique ? Il apparaît que la place des sciences et de la démarche scientifique dans la formation initiale des professeurs des écoles est à repenser en profondeur¹¹ Les enseignants du secondaire, même lorsque leur discipline relève du domaine traditionnel des sciences y sont mal préparés essentiellement du fait de cloisonnements disciplinaires ;
- comment mieux organiser les actions de sensibilisation à la démarche scientifique ? Ces très nombreuses actions, qui mettent le public scolaire en contact avec la science telle qu'elle se fait et se construit, sont essentielles pour développer l'appétence des élèves pour l'approche scientifique du monde et enrichissent les formations plus formelles reçues en classe. Le pilotage de ces actions, analysé en fin de rapport, doit mieux s'adapter aux spécificités de la culture scientifique et technologique.

Les trois dimensions de la formation à la démarche scientifique

Pour préciser ses analyses de la formation à la démarche scientifique dans les différents enseignements, la mission s'appuie sur une distinction introduite par l'OCDE dans le cadre de l'enquête internationale PISA 2015¹² entre trois catégories de connaissances :

- les connaissances *de contenu* concernent les notions, les théories, les faits relevant de disciplines scientifiques particulières ;
- les connaissances *procédurales* sont « *les connaissances relatives aux concepts et procédures essentiels à la démarche scientifique qui sous-tend la collecte, l'analyse et l'interprétation de données scientifiques* ». Elles concernent les aspects méthodologiques des démarches scientifiques ;
- les connaissances *épistémiques* concernent la compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques.

⁸ Science Education in Europe : critical reflections, J. Osborne, J. Dillon, King's College of London, 2008.

⁹ D. Hodson (2014). Nature of Science in the Science Curriculum : Origin, Development, Implications and Shifting Emphases, International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching, Springer, pp 911-970.

¹⁰ Cf. annexe 4 relative à la place de l'enseignement scientifique dans l'enseignement des sciences, quelques repères historiques.

¹¹ Rapports IGÉSR n° 2022-048, *l'enseignement en cours moyen - avril 2022* et n° 2022-150 - la formation initiale des professeurs des écoles en France : une évolution nécessaire à l'aune des standards européens, un enjeu pour la réussite des élèves, *op. cit.*

¹² OCDE (2016), Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation, PISA, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267534-fr>, p. 57.

Ces trois dimensions doivent être présentes dans tout enseignement scientifique et ne sont pas totalement disjointes, mais leurs importances relatives dépendent des objectifs donnés à la formation. Les connaissances de contenus et procédurales sont essentielles pour celles et ceux qui se destinent à une pratique opérationnelle des sciences alors que les connaissances procédurales et épistémiques doivent être au cœur d'une formation commune à la démarche scientifique, qui se donne pour objectif de comprendre comment la science fonctionne.

La mission appuie ses analyses sur l'examen des programmes, maquettes d'enseignement et textes officiels, sur de nombreux entretiens (représentants des corps d'inspection territoriaux, associations de professeurs, représentants académiques, personnalités qualifiées...) et sur les résultats d'enquêtes et évaluations nationales et internationales (CEDRE, TIMSS, PISA¹³...). Par ailleurs, plusieurs questionnaires réalisés par la mission ont également été soumis à l'ensemble des doyens des groupes disciplinaires de l'IGÉSR, aux directeurs des instituts nationaux supérieurs du professorat et de l'éducation (INSPÉ) et aux conseillers en académie pour la science et la technologie (CAST et conseillers CSTI)¹⁴.

1. La formation à la démarche scientifique dans le temps long de la scolarité : un objectif largement partagé, peu explicité et très incomplètement évalué

De nombreuses disciplines d'enseignement initient les élèves ou les étudiants aux démarches mises en œuvre dans la recherche...

De nombreux domaines de la recherche, où se fait la science, sont associés à des disciplines d'enseignement, qui en présentent une image dont les contours se précisent tout au long du cursus, et qui initient progressivement les élèves aux démarches spécifiques du domaine. De fait, les programmes d'enseignement des disciplines insistent souvent sur l'importance que les professeurs doivent porter à la fois aux contenus enseignés et aux démarches suivies (démarche historique, géographique, technologique, mathématique, expérimentale...).

Par exemple les programmes d'histoire-géographie du lycée¹⁵ se donnent l'objectif de « *S'approprier les exigences, les notions et les outils de la démarche historique et de la démarche géographique* » et identifient des capacités associées :

- « *S'approprier un questionnement historique et géographique* ;
- *Construire et vérifier des hypothèses sur une situation historique ou géographique*. ;
- *Justifier des choix, une interprétation, une production* ;
- *Procéder à l'analyse critique d'un document selon une approche historique ou géographique* ;
- *Utiliser une approche historique ou géographique pour mener une analyse ou construire une argumentation* ».

De même, les programmes des disciplines scientifiques comme la physique-chimie du lycée¹⁵ énoncent des capacités relevant des compétences de la démarche scientifique comme par exemple :

- « *Formuler des hypothèses* ;
- *Choisir, élaborer, justifier un protocole* ;
- *Faire des prévisions à l'aide d'un modèle* ;
- *Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance* ;
- *Confronter un modèle à des résultats expérimentaux* ;
- *Mettre en œuvre les étapes d'une démarche* ».

¹³ Cf. annexe 5.

¹⁴ Ces questionnaires sont repris dans les annexes 7, 8 et 9.

¹⁵ BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019 et BOEN spécial n° 8 du 25 juillet 2019.

Dans une enquête réalisée par la mission¹⁶, les doyens des groupes disciplinaires de l'IGÉSR de presque toutes les disciplines¹⁷ mettent en avant des points de convergence entre les démarches suivies dans les enseignements qu'ils pilotent et les aspects procéduraux de l'approche scientifique. Les étapes – hypothèse / déduction vérifiable / validation par l'observation, par la confrontation aux faits ou, dans le cas des mathématiques, par la rigueur logique du raisonnement sont très largement partagées. De ce point de vue, presque tous les enseignements peuvent être considérés comme contribuant, chacun à sa façon, à la formation des élèves et des étudiants à la démarche scientifique (voir l'exemple des mathématiques dans l'encadré n° 1), mais cette formation reste implicite, sauf pour les disciplines scientifiques, qui, seules, inscrivent leurs démarches dans une approche qui dépasse leur discipline.

Encadré n° 1 : la place des mathématiques dans la démarche scientifique

Les mathématiques jouent un rôle particulier dans la démarche scientifique. Elles y participent de façon indirecte en proposant outils et techniques qui permettent par exemple de développer les conséquences quantitatives d'une hypothèse ou d'interpréter les données obtenues dans une expérience, un sondage ou une étude statistique. Néanmoins, dans la démarche mathématique la validation d'une hypothèse ou d'une conjecture ne repose pas sur une interrogation du réel mais repose sur la technique de la démonstration, c'est-à-dire l'enchaînement logique de règles préétablies à partir d'une base axiomatique. La validité du fait mathématique déduit d'un système d'axiomes par une démonstration est intrinsèquement avérée. Le système d'axiomes choisi peut, lui, prêter à discussion, selon l'objectif pour lequel il a été constitué. Lorsque cet objectif est d'expliquer des phénomènes du monde réel, des modèles mathématiques sont développés pour simplifier la réalité observée dans un cadre abstrait. Les résultats mathématiques obtenus sur un modèle doivent alors être confrontés à ceux obtenus par l'observation pour corroborer leur pertinence. En revanche, la compréhension et la pratique de la démarche scientifique n'est pas un des objectifs explicites des enseignements de mathématiques, ni dans sa dimension procédurale, ni dans sa dimension épistémique.

... mais le lien entre les démarches disciplinaires et la démarche scientifique est seulement explicité dans les objectifs de formation des disciplines scientifiques

Dans les objectifs de formation tels qu'ils sont présentés dans les programmes, toutes les disciplines ne font pas explicitement le lien entre leurs démarches spécifiques et la démarche scientifique qui les rapproche de celles qui sont adoptées par d'autres disciplines. C'est dans les disciplines relevant des sciences et de la technologie que cet objectif est le plus clairement affiché.

Par exemple, le préambule du programme de l'enseignement de spécialité de physique-chimie des classes de première et de terminale de la voie générale précise : « *Enfin, [l'étude des thèmes du programme] peut être l'occasion d'évoquer d'une part, des sujets sociaux comme les questions relatives aux enjeux énergétiques, au climat, à l'optimisation de l'utilisation des ressources naturelles, et, d'autre part, d'insister sur la nature du savoir scientifique et sur les processus d'élaboration des connaissances en sciences* ». On retrouve ces intentions, formulées de façon analogue, dans les programmes des disciplines d'enseignement relevant du domaine des sciences et de la technologie¹⁸.

La mission recommande qu'à l'avenir davantage de disciplines mettent en avant ce que leurs démarches ont de commun avec celles des autres disciplines et qu'elles explicitent en quoi elles contribuent à la construction d'une forme de savoir scientifique. La mission estime que la dimension épistémique des connaissances devrait être renforcée dans l'énoncé des programmes de pratiquement toutes les disciplines, même si elles ne relèvent pas du champ scientifique.

De même, un rapprochement plus explicite par un plus grand nombre de disciplines de la science telle qu'elle s'enseigne et de la science telle qu'elle se fait qui s'appuierait sur une plus grande présence de la recherche dans les différents enseignements serait de nature à enrichir, et à élargir, chez les élèves et les étudiants la notion de démarche scientifique. Ce rapprochement pourrait par exemple s'appuyer sur l'implication dans

¹⁶ Cf. annexe 7 relative à l'enquête auprès des doyens des groupes disciplinaires de l'IGÉSR.

¹⁷ À l'exception des langues vivantes et de l'éducation physique et sportive.

¹⁸ Enseignements relevant des sciences économiques et sociales, de la technologie et des sciences de l'ingénieur, des sciences expérimentales et des mathématiques.

le monde scolaire de chercheurs issus de tous les champs disciplinaires de recherche, par des interventions en classes ou des formations d'enseignants par exemple. Ce type d'action existe aujourd'hui essentiellement dans le domaine des sciences expérimentales et beaucoup moins dans celui des sciences humaines et sociales.

Recommandation n° 1.a : dans les programmes d'enseignement scolaire, rendre explicites les liens entre les démarches mobilisées dans les différentes disciplines et la démarche scientifique.

Recommandation n° 2.a : renforcer le lien entre les disciplines enseignées et la science telle qu'elle se pratique en recherche, dans tous les domaines, y compris en favorisant l'implication de chercheurs de tous champs dans des actions en direction du monde scolaire.

1.1. La formation à la démarche scientifique comme élément du socle de formation

Depuis 2016 les programmes d'enseignement du cycle 2 au cycle 4 accordent une place explicite aux démarches scientifiques : le développement de la compétence « *pratiquer des démarches scientifiques et technologiques* » fait partie d'une des « *compétences travaillées* » du CP à la classe de troisième dans le cadre du quatrième domaine du socle commun de compétences, de connaissances et de culture : « *les systèmes naturels et les systèmes techniques* ». Ces programmes affichent donc une réelle ambition de formation à la démarche scientifique dès le plus jeune âge et jusqu'à la fin du collège.

1.1.1. Le premier degré – démarche scientifique et démarche d'investigation

Dans le premier degré, la formation à la démarche scientifique s'effectue dans le cadre des enseignements « questionner le monde » au cycle 2 et de sciences et de technologie au cycle 3, dont les difficultés de mise en œuvre sont très documentées. Plusieurs enquêtes, nationale (CEDRE¹⁹) ou internationale (TIMSS 4¹⁹), et de nombreux rapports, dont celui de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies sur la pratique et la formation en sciences et technologie des professeurs de l'école primaire²⁰, ainsi que ceux de l'IGÉSR sur l'état de la discipline physique-chimie²¹ et sur l'enseignement en cours moyen²² dressent un tableau préoccupant de l'enseignement des sciences et technologie à l'école primaire.

Le temps consacré aux sciences à l'école élémentaire est insuffisant

Deux heures hebdomadaires sont réglementairement réservées à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire, soit un total annuel de 72 heures. Plusieurs constats permettent de penser que cet horaire n'est pas respecté.

Dans les questionnaires adressés aux professeurs dans le cadre de l'enquête TIMSS 4 en 2019²³, les enseignants français déclarent ne consacrer que 47 heures en CM1 à l'enseignement des sciences, soit un déficit de 35 % par rapport à l'horaire prévu, en diminution par rapport à 2015²⁴ (56 h déclarées). Dans les autres pays de l'Union européenne ayant participé à l'étude, les enseignants déclarent en moyenne 67 heures d'enseignement annuelles consacrées aux sciences.

Le rapport IGÉSR sur l'enseignement en cours moyen²² dresse un constat similaire. Ce rapport appuie ses conclusions sur 160 visites de classes observant les affichages, les contenus des cahiers et les outils des élèves, sur l'observation d'une vingtaine de séances de sciences et technologie et sur l'analyse des emplois du temps. Il conclut que la discipline sciences et technologie bénéficie d'un temps inférieur au temps attendu dans les emplois du temps : l'horaire officiel n'est atteint que dans 20 % des emplois du temps des classes visitées.

¹⁹ Cf. annexe 5.

²⁰ Rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies sur la pratique et la formation en science et technologie des professeurs de l'école primaire, novembre 2020 : [« Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens »](#)

²¹ Rapport IGÉSR n° 2019-070 - [État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives – juin 2021](#)

²² Rapport IGÉSR n° 2022-048 - [L'enseignement en cours moyen : état des lieux et besoins – avril 2022](#)

²³ Note d'information MENJS-DEPP n° 20.46 - décembre 2020 : [« TIMSS 2019 – Évaluation internationale des élèves de CM1 en mathématiques et en sciences : les résultats de la France toujours en retrait »](#)

²⁴ Note d'information MENESR-DEPP n° 16.33 - novembre 2016 : [« TIMSS 2015 mathématiques et sciences. Évaluation internationale des élèves de CM1 »](#)

L'horaire moyen en sciences et technologie relevé dans les emplois du temps des classes est 46,4 heures par an, en accord avec celui relevé dans l'enquête TIMSS 4 de 2019. Ainsi, en moyenne, un tiers de l'horaire de sciences et technologie n'est pas assuré.

De plus, une estimation du nombre de leçons traitées, en analysant les contenus des cahiers et les outils des élèves et en extrapolant sur une année scolaire, indique que plus de la moitié des classes (53 %) traitent aux plus six leçons de sciences et technologie en une année scolaire. Moins d'un quart des classes (23 %) traitent au moins deux leçons par période, en moyenne, soit au moins dix dans l'année. Cette estimation est cohérente avec les déclarations des enseignants dans l'enquête CEDRE²⁵ de 2018, où seulement 20 % des enseignants déclarent aborder tous les domaines et traiter tous les points des programmes.

Les programmes ne sont pas traités dans leur ensemble et les activités expérimentales sont rarement mises en place

De façon cohérente, la quasi-totalité des enseignants interrogés dans l'enquête CEDRE estime qu'il est très difficile de couvrir tous les domaines préconisés par les instructions officielles, sans doute à cause des horaires réduits effectivement consacrés aux sciences : 39 % des enseignants déclarent ne pas travailler sur tous les attendus des programmes et 35 % déclarent ne pas aborder tous les domaines.

Par ailleurs, environ quatre enseignants sur dix mentionnent qu'ils ne réalisent que rarement ou jamais des expérimentations ou des recherches documentaires. La mission estime que cela nuit à la présentation motivante des sciences, les enfants manifestant souvent un goût marqué pour les expériences. Parmi les obstacles à la pratique expérimentale, la très grande majorité des enseignants (88 %) considère le manque de matériel comme l'obstacle plus important. L'organisation spatiale de la classe est également un frein pour 75 % d'entre eux.

Au-delà de ces obstacles pratiques, 61 % des enseignants évoquent la difficulté à mettre en œuvre une démarche d'investigation ; à l'inverse, le manque de connaissances de leur part n'est pas un obstacle pour 70 % d'entre eux. Le rapport revient sur ce point dans la partie 3 consacrée à la formation des enseignants.

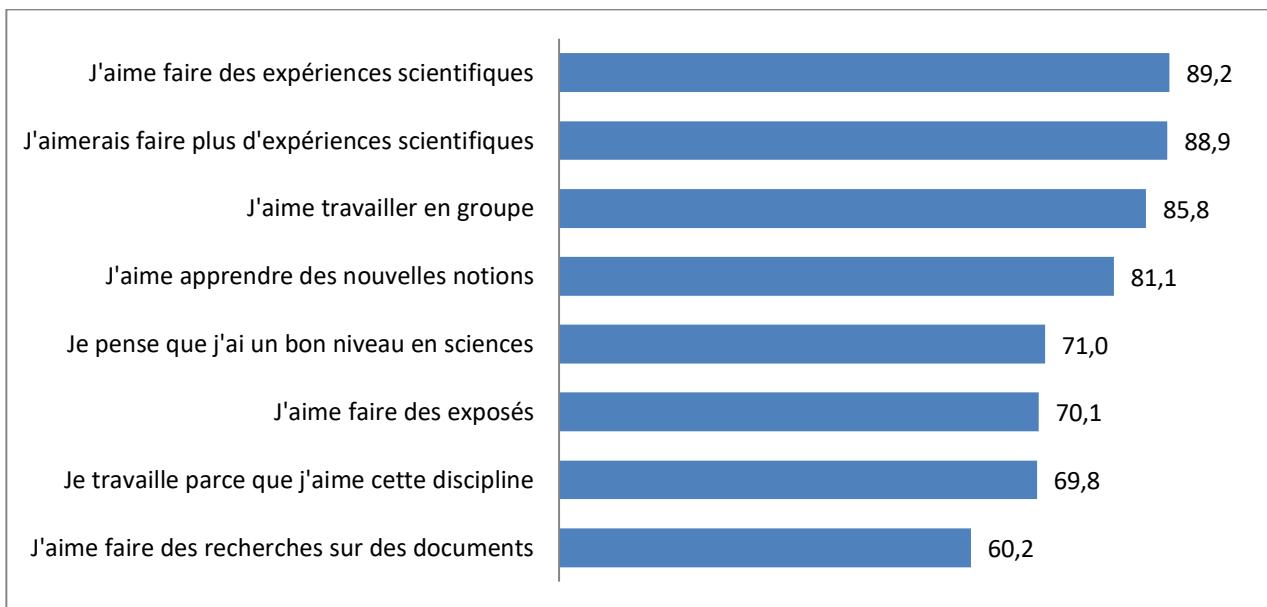
Une appétence marquée des élèves pour les sciences et la technologie

Dans l'enquête CEDRE, les élèves sont interrogés par rapport à leur motivation en sciences²⁵ : en 2018, ils sont 89 % à déclarer aimer faire des expériences scientifiques et 89 % à souhaiter en faire davantage. Plus de 8 élèves sur 10 déclarent aimer apprendre des notions nouvelles et la grande majorité des élèves (71 %) pensent avoir un bon niveau en sciences. Pour 85 % des élèves, faire des sciences à l'école, c'est se poser des questions sur le monde qui les entoure. Cette conception témoigne d'une bonne compréhension par les élèves des objectifs de la démarche scientifique, en conformité avec les objectifs des programmes.

Par ailleurs, l'intérêt pour les sciences reste présent à l'extérieur de l'école. Ainsi, plus de 7 élèves sur 10 aiment refaire ou parler des expériences réalisées en classe, ou encore jouer à des activités scientifiques. Enfin, plus de 6 élèves sur 10 déclarent aimer regarder des émissions de télévision, des films à caractère scientifique ou visiter des musées ou expositions scientifiques. En accord avec l'appétence manifestée par les élèves pour les sciences, 68 % des enseignants estiment que la majorité de leurs élèves manifestent de l'intérêt ou de la curiosité pour les sciences à l'école.

²⁵ Note d'information MENJ-DEPP [n° 19.32 - septembre 2019 - « CEDRE 2007-2013-2018. Sciences en fin d'école : des résultats stables depuis 11 ans et un niveau plus homogène »](#). Voir aussi : note d'information MENJVA-DEPP [n° 11.05 - janvier 2011 - « Les compétences des élèves en sciences expérimentales en fin d'école primaire »](#); note d'information MENESR-DEPP [n° 14.27 - juillet 2014 - « CEDRE 2013 – Grande stabilité des acquis en sciences en fin d'école depuis 2007 »](#).

Tableau n° 1 : motivation des élèves en sciences (en %)



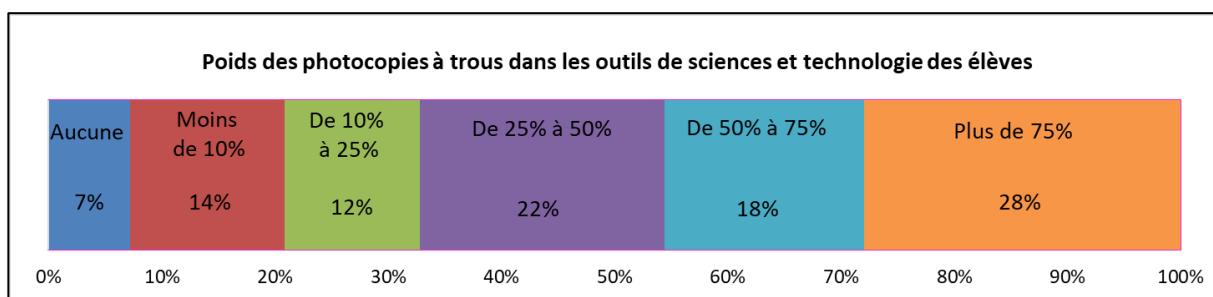
Lecture : en 2018, 89,2 % des élèves déclarent aimer faire des expériences scientifiques

Source : MENU-DEPP, enquêtes CEDRE, compétences en sciences en fin d'école en 2018, note d'information, n° 19.32 (champ : élèves de CM2 de France métropolitaine + DOM, public + privé sous contrat)

Les enseignants manifestent une grande fragilité didactique dans le domaine scientifique

Le rapport IGÉSR sur l'enseignement en cours moyen met en évidence une certaine fragilité didactique et pédagogique des professeurs des écoles en sciences et technologie²². Par exemple, sur l'ensemble des classes visitées, il est observé que les professeurs s'appuient très rarement sur un manuel, et privilégient comme ressource des fiches, souvent téléchargées sur des sites d'enseignants. L'analyse des cahiers des élèves montre une proportion excessive des photocopies à trous²⁶ (voir graphique n° 1 ci-dessous) : elles constituent plus de la moitié des pages des cahiers de sciences et technologie pour 46 % des classes observées. Cette surutilisation de fiches et de textes « à trous » conduit souvent à un enseignement très guidé et donc peu tourné vers l'apprentissage des démarches scientifiques et technologiques.

Graphique n° 1 : Poids des photocopies à trous dans les enseignements de science à l'école élémentaire²²



Source : rapport IGÉSR n° 2022-048 - L'enseignement en cours moyen : état des lieux et besoins – avril 2022

La fragilité didactique des enseignants est à mettre en regard de leur formation aux sciences, qui sera abordée dans la partie 3 du rapport. Il sera vu dans ce chapitre que la démarche d'investigation, qui est la pédagogie enseignée de façon très majoritaire en INSPÉ, pose de réelles difficultés aux enseignants, ce qui explique qu'elle est en pratique très rarement mise en place dans les classes.

²⁶ Une « photocopie à trous » ou une « fiche à trous » est un document distribué aux élèves dans lequel des parties sont laissées en blanc et que l'élève doit remplir.

Cette fragilité se traduit par un inconfort des professeurs des écoles vis-à-vis des enseignements de sciences et de technologie (cf. partie 3 infra) qui explique sans doute en partie le non-respect des horaires prescrits. Il convient de donner aux professeurs des écoles confiance dans leurs capacités à enseigner les sciences, par exemple par des actions de formation continue s'appuyant sur des approches pédagogiques plus adaptées à des enseignants qui pour la plupart ne sont pas spécialistes de sciences.

Il convient de donner confiance aux professeurs des écoles dans leur capacité à enseigner les sciences, notamment par des actions de formation continue s'appuyant sur des approches pédagogiques adaptées à des enseignants non spécialistes de sciences.

Les performances en sciences des élèves français de l'école élémentaire sont en retrait des moyennes de l'UE et de l'OCDE, de façon stable depuis 2007

Dans les enquêtes TIMSS, les résultats français se situent sous la moyenne, tant des pays de l'Union européenne que des pays de l'OCDE²⁷. Les élèves français obtiennent un score moyen de 485 en mathématiques et de 488 en sciences. Ils demeurent significativement inférieurs aux points centraux des deux échelles TIMSS fixés à 500 en 1995. Ces scores ne sont pas statistiquement différents de ceux observés en 2015²⁸.

Tableau n° 2 : scores moyens globaux TIMSS par regroupements de pays

	TIMSS	Mathématiques	Sciences
2019	France	485	488
	Membres de l'Union européenne (21 pays, 2 nations, 1 communauté)	527	522
	Membres de l'OCDE (26 pays, 2 nations, 1 communauté)	529	526
2015	France	488	487
	Membres de l'Union européenne (19 pays, 2 nations, 1 communauté)	527	525
	Membres de l'OCDE (24 pays, 2 nations, 1 communauté)	528	527

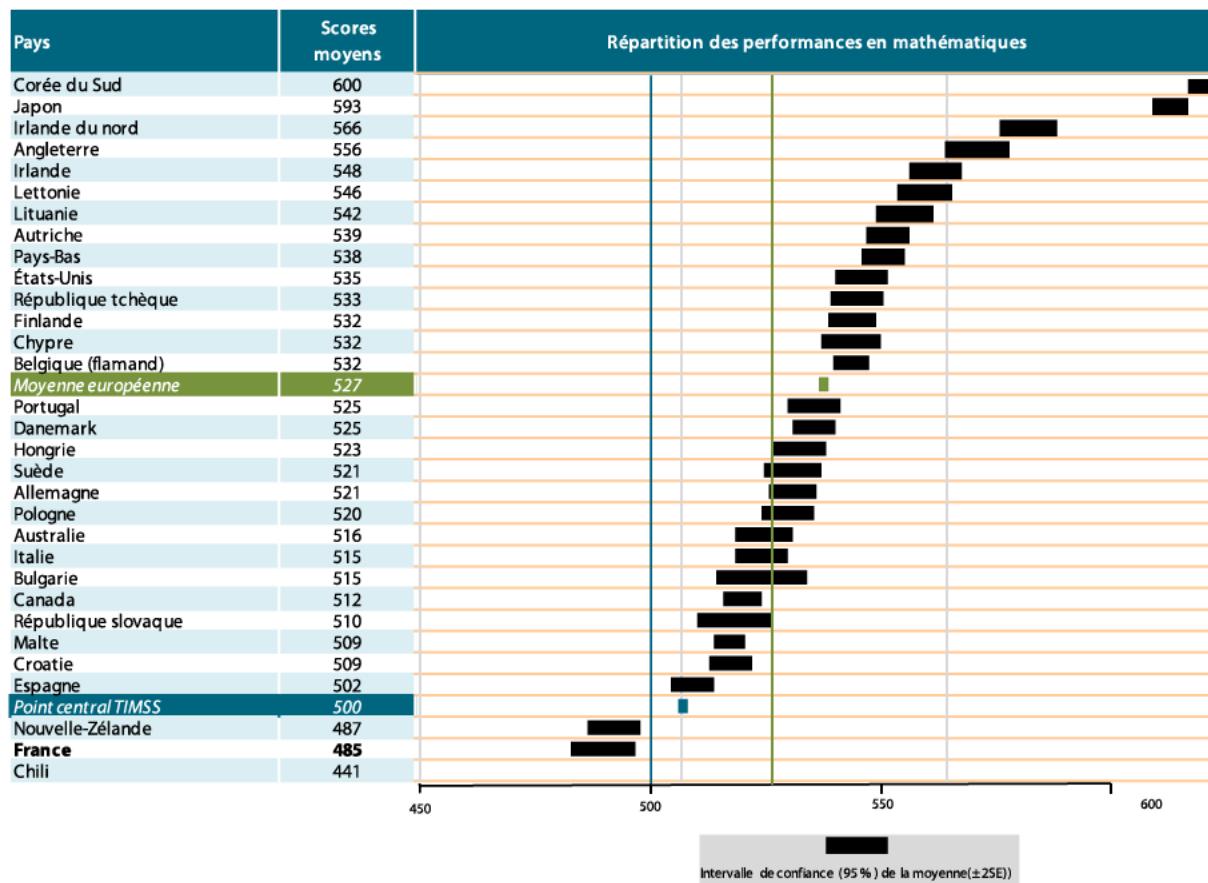
Lecture : En mathématiques, le score moyen des membres de l'OCDE présents dans l'étude (dont la France) est de 529

Source : IEA / MENJS-DEPP, note d'information, n° 20.46

²⁷ Op. cit. TIMSS 2019.

²⁸ Op. cit. TIMSS 2015.

Graphique n° 2 : répartition des performances des pays de l'Union européenne ou de l'OCDE en sciences niveau élémentaire²⁹



Lecture : la moyenne de la France (485) se situe en-dessous de la moyenne européenne (527). Le rectangle noir représente l'intervalle de confiance autour de la moyenne, qui correspond à l'erreur d'échantillonnage

Source : IEA / MENJS-DEPP, note d'information, n° 20.46 de 2020

Cette stabilité des résultats est également observée dans les évaluations CEDRE. En fin d'école primaire, le niveau moyen des acquis des élèves en sciences est resté très fragile, de façon stable pendant onze ans (trois enquêtes en 2007, 2013 et 2018)³⁰, ce qui est la marque d'un problème particulièrement profond. La mission estime que la formation des professeurs des écoles est une des causes majeures de cet état de fait, comme cela est analysé dans la partie 3. Les contenus et l'organisation des programmes semblent secondaires, et n'avoir que peu d'effet sur les résultats des élèves.

Le dispositif « partenaires scientifiques pour la classe » contribue à l'enrichissement professionnel des enseignants et des chercheurs impliqués tout en développant le goût des sciences des élèves.

Le dispositif « partenaires scientifiques pour la classe » (auparavant dénommé « accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire (ASTEP) ») est mis en place par la fondation La main à la Pâte³¹. Il vise à promouvoir les sciences et la technologie de manière motivante et accessible dans les écoles grâce des scientifiques (universitaires, ingénieurs, techniciens et étudiants). Ceux-ci viennent en appui des enseignants dans la conception et éventuellement l'animation de séances. Les scientifiques sont recrutés sur la base du volontariat et le partenariat est validé par les services académiques, souvent sous forme de convention.

²⁹ Note d'information MENJS-DEPP n° 20.46 – Décembre 2020 : « TIMSS 2019 – Évaluation internationale des élèves de CM1 en mathématiques et en sciences : les résultats de la France toujours en retrait »

³⁰ Op. cit. CEDRE.

³¹ Cf. « partenaire scientifique pour la classe », [Partenaires scientifiques pour la classe | La Fondation La main à la pâte \(fondation-lamap.org\)](http://Partenaires scientifiques pour la classe | La Fondation La main à la pâte (fondation-lamap.org))

Dans le cadre de la mission, l'université fédérale de Toulouse a présenté le dispositif qui comprend 5 à 10 séances en classe d'une demi-journée chacune. Les sujets abordés font partie du programme de sciences et technologie. L'adaptation au niveau des élèves est préalablement travaillée entre l'universitaire et l'enseignant. Les élèves sont actifs tout au long des séances qui suivent le schéma de la démarche scientifique.

La mission estime que le dispositif est particulièrement intéressant en ce qu'il permet une exposition de première main des jeunes élèves à la démarche scientifique telle qu'elle est pratiquée dans les laboratoires. Il présente également les avantages d'une formation croisée :

- les intervenants découvrent l'univers pédagogique de l'école primaire et contribuent à l'attractivité des filières et métiers scientifiques (cohérence avec les objectifs de médiation scientifique des établissements d'enseignement supérieur et de recherche, des organismes de recherche et la RSE des entreprises) ;
- les enseignants se forment aussi au travers de ces séquences à un apprentissage des sciences et de la technologie (pérennisation des activités au sein de la classe voire au sein de l'école).

Néanmoins, un tel dispositif, aussi intéressant qu'il soit, garde aujourd'hui une portée très limitée. Comme beaucoup d'actions de sensibilisation, sa généralisation à l'ensemble du territoire pose de grandes difficultés (cf. infra partie 4).

1.1.2. La formation à la démarche scientifique au collège – des intentions explicites de formation à la démarche scientifique qui ne se matérialisent que partiellement, dans un contexte d'apprentissage des sciences très fragile

Au collège, les programmes de sciences et de technologie mettent en avant des « *compétences travaillées* » qui relèvent clairement de la démarche scientifique. Par exemple, l'encadré n° 2 présente les compétences travaillées au cycle 4 telles qu'elles apparaissent dans le programme de sciences de la vie et de la Terre (SVT).

Encadré n° 2 : compétences travaillées dans le programme de SVT du cycle 4^{32 33}

Pratiquer des démarches scientifiques :

- Formuler une question ou un problème scientifique ;
- Proposer une ou des hypothèses pour résoudre un problème ou répondre à une question ;
- Concevoir et mettre en œuvre des expériences ou d'autres stratégies de résolution pour tester cette ou ces hypothèses ;
- Utiliser des instruments d'observation, de mesures et des techniques de préparation et de collecte ;
- Interpréter des résultats et en tirer des conclusions ;
- Communiquer sur les démarches, les résultats et les choix, en argumentant ;
- Identifier et choisir des notions, des outils et des techniques, ou des modèles simples pour mettre en œuvre une démarche scientifique.

Ces compétences sont aisément mises en regard des aspects méthodologiques de la démarche scientifique et portent – en filigrane – la marque du triptyque : hypothèse / conséquence observable / validation. Elles font également apparaître, au premier rang, une compétence de nature explicitement épistémique : « Formuler une question ou un problème scientifique ».

Les intentions des programmes sont donc tout à fait conformes à ce que l'on peut attendre d'une formation à la démarche scientifique. Les inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux (IA-IPR) rencontrés par la mission indiquent cependant que, dans les faits, ces intentions ne sont que partiellement suivies. Ils constatent en effet que :

- la dimension méthodologique ou procédurale est effectivement enseignée, notamment dans le cadre des activités expérimentales, même si celles-ci sont très inégalement pratiquées dans les

³² Les compétences travaillées au même niveau scolaire en physique-chimie sont très proches.

³³ BOEN n° 31 du 30 juillet 2020.

collèges³⁴. La suite d'étapes : hypothèse / réalisation d'une expérience / validation est bien enseignée, parfois même, selon certains, de façon « caricaturale », sans lui donner de sens ;

- la dimension épistémique est presque totalement ignorée.

Plusieurs raisons sont invoquées pour expliquer ce déséquilibre ; elles tiennent d'une part à la structure des programmes et d'autre part à la formation des enseignants. Ce dernier aspect est analysé dans la partie 3 du rapport.

Des connaissances épistémiques encore peu mises en avant dans les programmes et rarement étayées par des exemples précis

Les connaissances épistémiques restent aujourd'hui confinées dans les préambules des programmes et ne figurent pas dans ce qui, pour les enseignants, constitue le cœur des objectifs de formation c'est-à-dire les connaissances et compétences exigibles que les élèves doivent maîtriser en fin de cycle et qui figurent dans le corps du programme sous formes de tableaux. Les IA-IPR rencontrés signalent que les indications fournies dans les préambules sont le plus souvent considérées comme secondaires par les enseignants.

Par ailleurs, les programmes manquent d'exemples simples ou de situations précises permettant d'illustrer telle ou telle notion épistémique. Un exemple est donné sur le tableau n° 3 ci-dessous. Une grande liberté est laissée à l'enseignant, des pistes sont suggérées mais il est simplement indiqué que le thème « *se prête à l'histoire des sciences* », sans précision. L'expérience prouve que la plupart des enseignants ne s'emparent pas de ces exemples.

Tableau n° 3 : extrait du programme de cycle 4 de sciences de la vie et de la Terre³⁵

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global. La Terre dans le système solaire ; le globe terrestre, dynamique interne et tectonique des plaques lithosphériques ; séismes, éruptions volcaniques ; ères géologiques.	Les exemples locaux ou régionaux ainsi que les faits d'actualité sont à privilégier tout comme l'exploitation de banques de données, de mesures, d'expérimentation et de modélisation. Ce thème se prête à l' <i>histoire des sciences</i> , lorsque l'élève situe dans son contexte historique et technique, l'évolution des idées, par exemple sur la forme de la Terre, sa position par rapport au soleil, la tectonique des plaques... (...).

Recommandation n° 1.b : inscrire dans le corps des programmes de collège des connaissances exigibles relevant de la dimension épistémique de la démarche scientifique (compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques), adaptées à chaque niveau d'enseignement.

Des enseignements de sciences et de technologie qui restent très marqués par les frontières disciplinaires

Le contraste observé entre la formation aux connaissances procédurales et aux connaissances épistémiques peut également s'expliquer par l'organisation des enseignements au collège qui reste très fortement structurée par les disciplines³⁶.

³⁴ Rapport IGÉSR n° 2019-070 - *État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives – Juin 2021*

³⁵ BOEN n° 31 du 30 juillet 2020.

³⁶ De ce point de vue, la France fait partie d'une minorité. Parmi les pays participants à l'évaluation internationale TIMSS 2019, les deux tiers ont, au niveau du collège, un enseignement intégré des sciences qui regroupe la biologie, les sciences de la Terre, la physique et la chimie, dispensé par un enseignant unique.

En effet, le développement de connaissances procédurales est un élément incontournable de la formation à une discipline donnée : l'élève apprend les procédures pratiquées en SVT, en technologie, en physique chimie, en mathématiques, etc.

En revanche, les connaissances épistémiques nécessitent un pas de côté par rapport aux notions disciplinaires et demandent des rapprochements interdisciplinaires, pour identifier ce que les démarches disciplinaires ont en commun.

La formation initiale et continue des enseignants, qui laisse peu de place à l'interdisciplinarité (cf. infra) peut aussi expliquer les difficultés que rencontrent les enseignants pour former à cette dimension de la démarche scientifique.

Dans les programmes du collège, ces rapprochements entre disciplines sont systématiquement mentionnés dans les rubriques « croisements entre enseignements ». La mission estime que ces croisements doivent être renforcés, par exemple par des séances menées en co-intervention³⁷ autour de thématiques communes à plusieurs disciplines, identifiées comme telles dans les programmes. Des actions de formation continue des enseignants devraient accompagner cette mesure.

Recommandation n° 1.c : dans les programmes, identifier explicitement des thèmes précis permettant une approche pluridisciplinaire de la démarche scientifique dans le cadre de séances de co-intervention et mettre en place des formations adaptées à destination des enseignants.

Recommandation n° 2.b : favoriser, au collège, les conditions d'une exposition pluridisciplinaire à la démarche scientifique.

Une absence d'évaluation institutionnelle qui nuit au pilotage des enseignements et qui ne motive pas les enseignants à former les élèves à la dimension épistémique de la démarche scientifique

L'évaluation du socle commun de compétences, de connaissances et de culture par degrés de maîtrise de compétences fournit aux enseignants un outil bien adapté à l'évaluation de démarches suivies par les élèves au-delà d'une évaluation par les seuls résultats obtenus à une question. Les IA-IPR rencontrés rapportent que les enseignants de collège sont nombreux à s'approprier ce type d'évaluation, qui met l'accent sur les aspects procéduraux de la démarche scientifique. Ceux-ci sont également évalués, implicitement ou explicitement dans les sujets de sciences et de technologie du diplôme national du brevet (DNB), comme dans l'exemple figurant dans l'encadré n° 3 où l'élaboration du protocole expérimental mobilise les éléments de la démarche scientifique dans sa dimension procédurale.

**Encadré n° 3 : extrait de l'épreuve de sciences et technologie du DNB, série générale
(métropole, Antilles, Guyane)**

Les zooxanthelles sensibles à l'élévation de température meurent ce qui entraîne la mort des polypes et le blanchiment des coraux. On cherche à sélectionner des coraux résistant à une température de 32°C afin de les multiplier et de réintroduire dans l'environnement.

Document 3 : matériel disponible pour réaliser les expériences :

- coraux hébergeant des zooxanthelles d'espèce A ;
- coraux hébergeant des zooxanthelles d'espèce B ;
- coraux hébergeant des zooxanthelles d'espèce C ;
- aquariums ;
- eau de mer ;
- bains thermostatés (conservant une température constante) ;
- thermomètres.

Durée des expériences : les résultats ne seront visibles qu'au bout de quelques semaines car le blanchiment des coraux n'est pas immédiat.

³⁷ Dans une séance en co-interventions, deux enseignants de disciplines différentes sont présents en même temps devant une classe.

Question 3 (6 points)

En vous aidant du document 3, proposer un protocole expérimental pour sélectionner des coraux résistant à une température des eaux de surface de 32°C. Votre réponse sera présentée sous forme d'un texte ou/et d'un schéma légendé.

En revanche, selon les IA-IPR rencontrés, les connaissances épistémiques que les élèves pourraient acquérir au collège ne font que très exceptionnellement l'objet d'une évaluation en classe. Ils ne sont pas plus souvent évalués explicitement au DNB : l'analyse des sujets d'examens posés à l'épreuve écrite de sciences et technologie du DNB depuis 2018 montre que la démarche scientifique n'est mobilisée que dans sa dimension procédurale, par exemple par le biais de la conception et de l'analyse de protocoles expérimentaux. Aucune question, en revanche, n'évalue les connaissances épistémiques des élèves.

Cette absence d'évaluation a une double conséquence :

- elle prive l'institution d'un outil de pilotage de l'enseignement des disciplines scientifiques puisqu'il est très difficile d'évaluer le succès des intentions affichées dans les programmes ;
- elle nuit à la motivation des professeurs pour faire figurer cette dimension épistémique dans leurs enseignements.

L'absence d'évaluation de la formation à la dimension épistémique de la démarche scientifique n'est pas une spécificité du collège ; elle est commune à toutes les étapes du cursus scolaire et se rencontre également dans les concours de recrutement des enseignants (cf. infra). Elle conduit élèves, étudiants et professeurs à accorder une place secondaire à une réflexion décentrée par rapport à leur discipline sur la science qui soit commune aux différentes disciplines d'enseignement.

Recommandation n° 3.a : systématiser des questions testant les connaissances épistémiques dans les sujets de DNB.

Des enquêtes nationales et internationales qui évaluent des compétences en sciences des collégiens où il est aujourd'hui impossible d'identifier sans ambiguïté ce qui relève de la compréhension de la démarche scientifique

Deux enquêtes évaluent, au niveau national ou international, les capacités et connaissances en sciences des collégiens : l'enquête CEDRE au niveau de la classe de troisième (CEDRE-collège) et l'enquête TIMSS au niveau de la classe de quatrième (TIMSS 8)³⁸. Ces deux enquêtes font apparaître l'insuffisance du niveau des collégiens en science et indiquent de plus que ce niveau tend à baisser.

La dernière enquête nationale CEDRE-collège consacrée aux sciences date de 2018. Les résultats publiés par la DEPP³⁹ montrent une baisse significative des résultats obtenus en classe de troisième par rapport à la dernière évaluation comparable datant de 2013 (le score moyen passe de 250 à 238, une différence jugée significative). Dans cette enquête⁴⁰, les questions évaluent les différentes catégories de connaissances : notionnelles, procédurales et épistémiques. Cependant, aucune analyse publiée n'exploite pour l'instant cette distinction. La DEPP, rencontrée par la mission, est en train de préparer un rapport complet sur ces résultats, qui donnera une image plus précise des performances des élèves.

³⁸ Cf. annexe 5 qui présente une description des enquêtes CEDRE, TIMSS et PISA.

³⁹ Note d'information MENJ-DEPP [n° 19.33 - septembre 2019 - « CEDRE 2007-2013-2018 – Sciences en fin de collège : des résultats en baisse »](#)

⁴⁰ MENJS- DEPP [Rapport technique - 2018- CEDRE Cycle des Évaluations Disciplinaires Réalisées sur Échantillons Sciences expérimentales Collège](#)

Graphique n° 3 : Performances des pays de l'Union européenne et/ou de l'OCDE en sciences au collège⁴²



L'enquête TIMSS 8, quant à elle, évalue essentiellement des connaissances de contenu et des connaissances procédurales⁴¹. Le graphique n° 3 montre que les résultats de la France sont préoccupants : les élèves français ont des scores nettement inférieurs à ceux des autres pays de l'Union européenne et de l'OCDE⁴². Ils obtiennent ainsi le neuvième score sur les onze pays de l'Union européenne ayant participé au test. Ces résultats, qui ont été analysés dans un autre rapport de l'IGÉSR⁴³, illustrent les insuffisances de la formation en sciences au collège.

Les deux enquêtes de performance des collégiens en science disponibles ne permettent donc pas, à l'heure actuelle, d'analyser leur compréhension de la démarche scientifique, et de la distinguer de leur maîtrise des notions et procédures de sciences. Il est cependant raisonnable de faire l'hypothèse que les deux niveaux de maîtrise sont fortement corrélés : les élèves qui manipulent bien les notions de sciences sont *a priori* mieux à même de comprendre la démarche scientifique.

La compréhension de la démarche scientifique par les élèves est fortement corrélée à leur niveau global en sciences

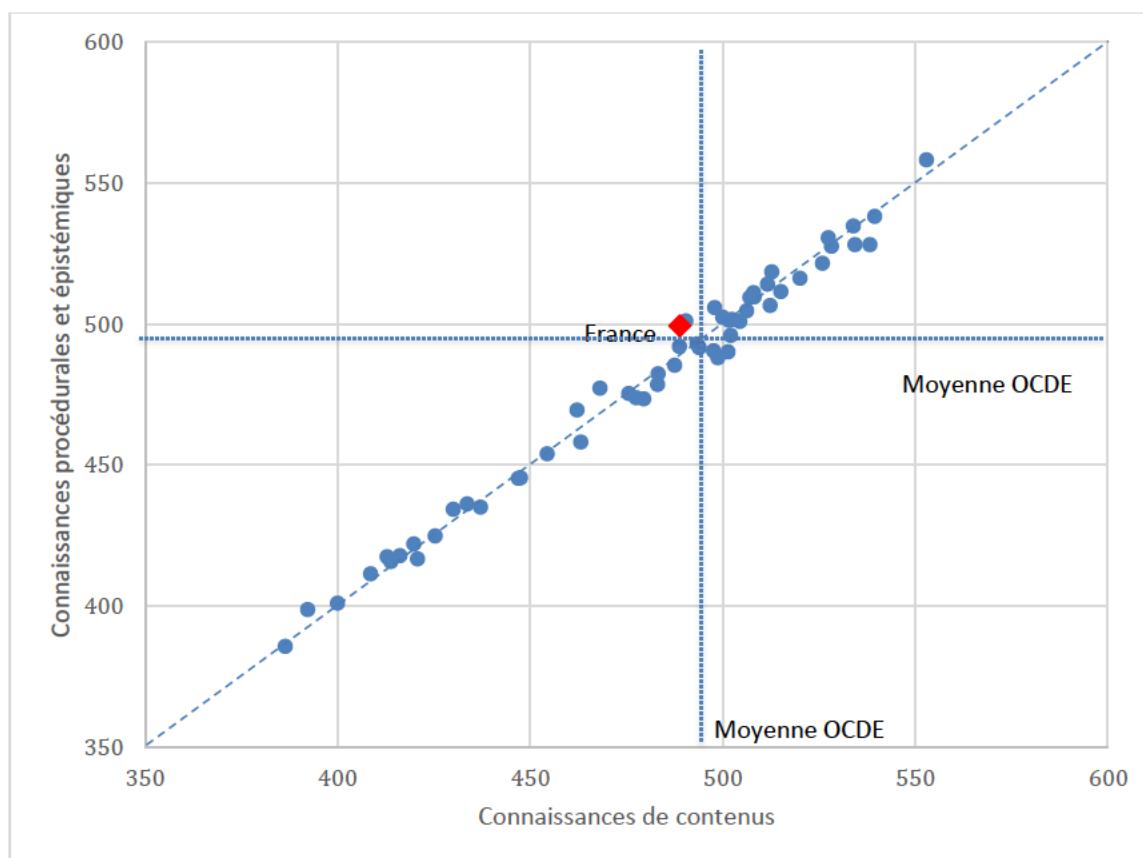
L'enquête PISA de 2015, qui distingue explicitement les performances des élèves selon les différentes catégories de connaissance (de contenu, procédurales ou épistémiques) permet de tester cette hypothèse chez les élèves qui viennent de sortir du collège ou qui y sont encore³⁸. Il est en effet possible d'étudier directement la corrélation entre d'une part les connaissances de contenu et d'autre part les connaissances procédurales et épistémiques (qui sont agrégées dans les données publiées par PISA). Le graphique n° 4 montre que cette corrélation est très forte : les pays ayant de bons résultats dans les connaissances de contenu ont également de bons résultats dans les connaissances procédurales et épistémiques.

⁴¹ Les questions sont classées selon trois domaines de contenus (sciences de la vie, sciences physiques, sciences de la Terre) et trois domaines cognitifs (savoir, appliquer et raisonner).

⁴² Note d'information MENJS-DEPP n° 20.48 - Décembre 2020 : « TIMSS 2019 Sciences au niveau de la classe de quatrième : les résultats de la France en retrait à l'échelle internationale »

⁴³ Dominique Obert et Laurence Lefèvre (2021). Le parcours de l'élève au collège : liaison école - collège, formation, engagement, éducation formelle et non formelle. (rapport n° 2021-178). IGÉSR. Rapport non public.

Graphique n° 4 : scores obtenus en connaissances procédurales et épistémiques (catégories agrégées) en fonction des scores obtenus en connaissances de contenu



Lecture : chaque point correspond à un pays ayant participé à l'enquête. La France est représentée par le point rouge. La droite en pointillé montre une forte corrélation entre les scores obtenus dans les deux dimensions.

Le faible niveau en sciences des collégiens français constaté par les enquêtes CEDRE-collège et TIMSS 8 ne permet donc pas d'être optimiste sur leur niveau de maîtrise de la démarche scientifique.

Recommandation n° 3.b : accroître dans les enquêtes CEDRE le nombre de questions testant explicitement les connaissances épistémiques. Rendre publiques les données différenciant les scores obtenus dans les trois catégories de connaissance, de contenu, procédurales et épistémiques.

1.2. La formation à la démarche scientifique au lycée : une très grande diversité selon les parcours et les voies d'enseignement

Au lycée, la formation à la démarche scientifique ne devrait pas être réservée à ceux qui s'orientent vers des champs liés aux sciences. Elle doit constituer un objectif de formation pour tous les élèves. Or, à l'issue du collège, une proportion importante d'élèves s'engage dans des parcours où ils sont très peu exposés à la démarche scientifique. En tant que citoyens, l'unique bagage que l'institution scolaire leur fournit pour éclairer leur jugement sur les questions de société impliquant la science repose alors sur ce qui a été appris au collège, dont le paragraphe précédent a montré la fragilité.

Il serait de toutes façons illusoire de penser que la formation à la démarche scientifique reçue au collège puisse être en mesure de procurer à tous les élèves une compréhension suffisante de la spécificité scientifique. Les lycéens, plus mûrs que les collégiens et forts des connaissances acquises au collège sont plus à même de développer une compréhension plus abstraite, plus fine et plus générale de la démarche scientifique, notamment dans sa dimension épistémique.

Dans la réforme du lycée de 2019, l'impératif de formation à la démarche scientifique a été pris en compte pour les élèves de la voie générale avec la création de l'enseignement scientifique dispensé à tous les élèves des classes de première et de terminale de cette voie.

Malgré cela, la formation à la démarche scientifique reçue au lycée est très hétérogène : plus du quart des lycéens (cf. infra) en sont pratiquement exclus dans les faits.

1.2.1. Une exposition à la démarche scientifique très variable selon les voies d'enseignement et les parcours

En voie générale : un fort contraste de formation compensé par l'enseignement scientifique de tronc commun

Au sein de la voie générale, la différenciation des parcours intervient dès la classe de première, avec les choix de spécialités. Entre un élève qui ne choisirait aucun enseignement de spécialité scientifique ou technologique et un élève qui ne choisirait que de tels enseignements et une option de mathématiques en terminale, la différence du volume horaire passé en sciences dans les classes de première et de terminale est en moyenne de 13,5 heures par semaine⁴⁴. Ce contraste est important, et peut être comparé à ce qu'il était avant la réforme 2019 (10,75 heures hebdomadaires en moyenne sur les deux années⁴⁵).

Du point de vue de la formation à la démarche scientifique, ce contraste est atténué par l'enseignement scientifique commun du cycle terminal de la voie générale. Les élèves qui empruntent cette voie restent inégalement exposés à la démarche scientifique mais ils peuvent tous s'appuyer sur l'enseignement scientifique pour se constituer une image de la science qui dépasse les disciplines.

En voie technologique, une proportion importante des élèves est très peu exposée à la démarche scientifique

Dans la voie technologique, les séries STI2D, STL, STD2A, ST2S et STHR comportent une dimension scientifique et technologique susceptible de contribuer à une formation à la démarche scientifique, au moins dans sa dimension procédurale. Cela est moins évident dans la série STMG ; dans les programmes de spécialité comme dans le programme de mathématiques de cette série, le lien entre les démarches des différentes disciplines et la démarche scientifique n'est pas souligné. De ce fait, les élèves de la série STMG, qui représentent plus de la moitié des élèves de la voie technologique (54 % à la rentrée scolaire 2022) ne sont que très peu exposés à la démarche scientifique à partir de la classe de première.

En voie professionnelle, les volumes horaires de formation sont trop limités pour dispenser une formation significative à la démarche scientifique

Dans la voie professionnelle, seuls les programmes de mathématiques - physique-chimie et de prévention-santé-environnement (PSE) mentionnent explicitement la démarche scientifique.

Le préambule du programme de PSE⁴⁶ mentionne par exemple :

« Cet enseignement (...) vise à former des individus responsables, sensibilisés à la prévention au sein de leur environnement, en particulier professionnel, en développant chez les élèves : (...) une culture scientifique, la distinction entre des faits scientifiques et des idées préconçues qui aiguisé le sens critique et autorise des choix éclairés (...) ».

En mathématiques - physique-chimie, les aspects procéduraux de la démarche scientifique sont effectivement développés par le biais d'activités expérimentales fréquentes ou d'activités de résolution de problèmes, mais les aspects épistémiques le sont beaucoup moins souvent. Dans les préambules des programmes des classes préparant au certificat d'aptitude professionnelle (CAP) ou au baccalauréat professionnel, la discipline PSE, quant à elle, se donne explicitement l'objectif de développer chez les élèves

⁴⁴ En première, un élève ayant choisi des spécialités uniquement scientifiques à 12 h de sciences en plus qu'un élève qui n'en a choisi aucune. En terminale, la différence s'élève à 15 h si l'élève choisit une des options de mathématiques (mathématiques complémentaire ou mathématiques expertes).

⁴⁵ Un élève de la série S aurait eu 10 h de sciences en première et 13 h en terminale, alors qu'un élève de la série L n'ayant suivi aucune option de mathématiques aurait eu seulement 1 h 30 de sciences en première et aucun enseignement scientifique en terminale.

⁴⁶ BOEN spécial n° 1 du 6 février 2020.

« une culture scientifique, la distinction entre des faits scientifiques et des idées préconçues qui aiguise le sens critique et autorise des choix éclairés ».

Malgré cela, compte tenu du faible horaire disponible pour ces deux enseignements⁴⁷, il est compréhensible que la formation à la démarche scientifique passe au second plan par rapport aux objectifs de formation très opérationnels liés aux spécificités de la voie professionnelle. C'est particulièrement le cas dans les spécialités relevant du secteur des services où l'on peut considérer que cette formation est pratiquement absente.

Plus du quart des élèves diplômés du système scolaire reçoivent une formation très limitée à la démarche scientifique

En 2021, quelque 850 000 élèves ont quitté le système scolaire après avoir obtenu un diplôme terminal : baccalauréat général ou technologique, baccalauréat professionnel et CAP⁴⁸. Parmi ces 850 000, les 235 000 élèves issus de la voie professionnelle ou de la série technologique relevant du domaine des services, qui représentent donc 28 % du total, ont été très peu exposés à la démarche scientifique, dans toutes ses dimensions.

Pour remédier à cette situation, la mission estime qu'une formation à la démarche scientifique doit être explicitement assurée à tous les lycéens, quel que soit leur parcours. Elle recommande la généralisation d'enseignements analogues dans leurs objectifs à l'enseignement scientifique commun de la voie générale, mais adaptés à chaque parcours.

Recommandation n° 4.a : généraliser aux voies professionnelles et technologiques des enseignements analogues dans leurs objectifs à l'enseignement scientifique commun de la voie générale, adaptés aux spécificités de chaque parcours.

1.2.2. Une formation à la démarche scientifique en lycée qui connaît le même succès qu'au collège dans la dimension procédurale et les mêmes difficultés dans la dimension épistémique

De façon positive, les IA-IPR rencontrés témoignent que la formation procédurale à la démarche scientifique est bien mise en place dans les enseignements scientifiques du lycée. La compréhension des méthodes et des démarches mises en œuvre dans les différentes disciplines est présente dans les formations et dans les évaluations, en classe et aux examens, au moins dans les disciplines scientifiques enseignées dans les voies, générale, technologique ou professionnelle dans les spécialités relevant de la production.

Cette importance portée aux aspects procéduraux de la démarche scientifique est particulièrement nette dans les évaluations des compétences expérimentales pratiquées au baccalauréat général et technologique⁴⁹ qui mesurent les degrés de maîtrise des compétences de la démarche scientifique telles qu'elles sont explicitées dans les programmes.

Malgré cela, les IA-IPR rencontrés constatent unanimement que les connaissances épistémiques, même si elles figurent dans les programmes, sont très rarement abordées par les enseignants dans le cadre de leurs enseignements disciplinaires. Les raisons invoquées sont les mêmes que pour le collège :

- les connaissances épistémiques ne sont pratiquement jamais évaluées à l'examen et ne figurent pas dans les capacités ou notions exigibles, qui pour les enseignants constituent le cœur du programme ;
- les enseignants éprouvent des difficultés à sortir du cadre disciplinaire et maîtrisent insuffisamment eux-mêmes la dimension épistémique de la démarche scientifique (cf. infra).

⁴⁷ Un peu plus de 1 h 50 hebdomadaire en moyenne en CAP et 3 h 30 environ en baccalauréat professionnel, pour *l'ensemble* des enseignements de PSE, mathématiques, physique-chimie.

⁴⁸ Données DEPP : Repères et Référence Statistiques (RERS) 2022. Nombres de lauréats à la session 2021 : CAP (tous statuts) 161 399 dont 67 000 environ dans le secteur des services; Baccalauréat professionnel : 181 020 dont 98 000 environ dans le secteur des services ; baccalauréat général : 371 705 ; baccalauréat technologique : 136 296 (69 928 en série STMG).

⁴⁹ En voie générale : enseignements de spécialité de SVT et de physique-chimie. En voie technologique, spécialités sciences physiques et chimiques en laboratoire (SPCL) et biotechnologies de la série STL.

Recommandation n° 1.b : inscrire dans le corps des programmes de lycée des connaissances exigibles relevant de la dimension épistémique de la démarche scientifique (compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques), adaptées à chaque niveau d'enseignement.

Recommandation n° 3.a : systématiser des questions testant les connaissances épistémiques (compréhension de la nature et de l'origine des connaissances scientifiques) dans les sujets de baccalauréat.

1.2.3. L'enseignement scientifique commun du cycle terminal de la voie générale a pour objectif la formation à la démarche scientifique, mais peine à l'atteindre

Introduit depuis la rentrée 2019, l'enseignement scientifique commun, dispensé à tous les élèves de la voie générale à raison de deux heures par semaine dans les classes de première et de terminale, est une innovation importante, à la fois par ses objectifs de formation et par son organisation pluridisciplinaire, puisqu'il est pris en charge par des professeurs de SVT, de mathématiques et de physique-chimie.⁵⁰

Dans le programme de cet enseignement, les attendus de formation s'articulent autour d'objectifs thématiques et de trois objectifs de formation généraux :

- Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration ;
- Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques ;
- Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement.

La finalité principale est donc de donner à comprendre les deux dimensions de la démarche scientifique autour d'exemples thématiques choisis pour leur intérêt sociétal ou historique.

La dimension interdisciplinaire est essentielle : ainsi les contenus thématiques ne sont-ils pas explicitement rattachés aux disciplines traditionnelles ; les attendus de connaissance ont été ajustés pour pouvoir, en principe, être présentés par un professeur unique issu d'une des disciplines mentionnées plus haut.

Des intentions contrariées par une mise en place hétérogène et souvent difficile, compliquée par la pandémie et par des ajustements règlementaires multiples

Au-delà des intentions de formation affirmées dans les programmes, les premières années de cet enseignement nouveau mis en place en 2019 ont été difficiles et la crise sanitaire ne les a pas facilitées. Les retours d'IA-IPR concernés font état de modalités très hétérogènes dans les établissements, en ce qui concerne les moyens alloués au travail en effectif réduit, à l'attribution des services d'enseignants, au fonctionnement des équipes pédagogiques, à la constitution des groupes d'élèves, etc.

Cette hétérogénéité est compréhensible pour un enseignement qui bouscule les habitudes disciplinaires et qui demande des ajustements didactiques profonds nécessairement mis au point en équipe pluridisciplinaire. Elle mériterait d'être analysée plus précisément que par de seuls retours qualitatifs ; la mission regrette de ne pas disposer d'une image plus fine de ce paysage complexe.

La discipline d'enseignement scientifique a fait l'objet d'ajustements règlementaires multiples, qui n'ont pas facilité la mise en œuvre de cet enseignement et son appropriation par les enseignants :

- programmes définis par les arrêtés du 17 janvier 2019⁵¹ et du 19 juillet 2019⁵² modifiés par l'arrêté du 17 juillet 2020⁵³ ;

⁵⁰ À partir de la rentrée 2023, il sera complété, en classe de première, par une heure et demie de mathématiques obligatoire pour les élèves n'ayant pas choisi l'enseignement de spécialité mathématiques.

⁵¹ [Arrêté du 17 janvier 2019 fixant le programme d'enseignement scientifique de la classe de première de la voie générale - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://legifrance.gouv.fr)

⁵² [Arrêté du 19 juillet 2019 fixant le programme d'enseignement scientifique de la classe terminale de la voie générale - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://legifrance.gouv.fr)

⁵³ [Arrêté du 17 juillet 2020 modifiant l'arrêté du 17 janvier 2019 fixant le programme d'enseignement scientifique de la classe de première de la voie générale - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://legifrance.gouv.fr)

- organisation des enseignements définie par l’arrêté du 16 juillet 2018 relatif à l’organisation et aux volumes horaires des enseignements du cycle terminal des lycées d’enseignement général⁵⁴ et complété par l’arrêté du 6 juillet 2022 ;⁵⁵
- modalités d’évaluation au baccalauréat initialement prévues par des épreuves communes de contrôle continu (E3C) en 2020, puis par des épreuves communes (EC) en 2021, puis en contrôle continu, en juillet 2021. Elles ont été récemment à nouveau précisées pour prendre en compte les mathématiques spécifiques de première adossées à l’enseignement scientifique dans la note de service de la direction générale de l’enseignement scolaire (DGESCO du 3 janvier 2023 publiée au BO n° 3 du 19 janvier 2023)⁵⁶.

Recommandation n° 4.b : diligenter un travail d’analyse spécifique et à grande échelle des conditions de mise en place de l’enseignement scientifique et de l’impact de ses différentes évolutions règlementaires.

Une interdisciplinarité qui peine à s’implanter et conduit à un enseignement segmenté

Une des difficultés les plus souvent mentionnées concerne le découpage des enseignements en sous-parties traitées par les enseignants spécialistes de chaque thème, les professeurs de SVT, physique-chimie et mathématiques prenant seulement en charge les éléments thématiques qui relèvent traditionnellement de leurs disciplines respectives. Ces choix, contraires à l’esprit interdisciplinaire des programmes, conduisent à un enseignement très morcelé, avec des professeurs qui ne voient leurs élèves que très peu de temps par semaine (moins d’une heure en moyenne).

Dans certains d’établissements, peu nombreux, mais dont la mission ne peut préciser le nombre en l’absence d’enquête systématique, un seul enseignant d’une des trois disciplines mentionnées assume l’enseignement d’une thématique complète voire de la totalité des thématiques. Ces cas favorables reposent sur l’entraide au sein de l’équipe pédagogique pluridisciplinaire, qui permet aux professeurs de prendre en charge la présentation de notions qui relèvent traditionnellement d’une autre discipline que la leur. Dans certains cas, deux professeurs interviennent conjointement dans le cadre de séances de co-intervention.

Dans les établissements où ce type d’organisation est mis en place, les IA-IPR de physique-chimie et de SVT constatent que l’enseignement scientifique fait l’objet d’une dynamique collective très positive, d’un engagement important des équipes et d’un intérêt plus grand de la part des élèves.

Une mise en œuvre qui dépend fortement des moyens consentis par l’établissement

La mise en œuvre hétérogène de l’enseignement scientifique provient pour une grande part des moyens inégaux que les établissements sont prêts à lui consacrer. Le travail en effectifs réduits devrait être généralisé, pour faciliter des activités expérimentales mais aussi pour favoriser le travail collectif, à l’occasion du projet expérimental et numérique prévu dans le programme mais aussi pour laisser plus de place aux débats entre les élèves. Ceux-ci ont, *a priori*, des rapports très variés à la science, selon qu’ils ont choisi ou pas des spécialités scientifiques. L’organisation de débats entre ces élèves est de nature à enrichir pour chacun la compréhension de la démarche scientifique. Enfin, le développement d’une approche réellement interdisciplinaire nécessite des échanges entre les membres de l’équipe pédagogique qui sont facilités lorsque quelques heures annuelles sont réservées à cela.

Recommandation n° 4.c : flécher des moyens pour, d’une part, dispenser l’enseignement scientifique en effectifs réduits permettant une pratique expérimentale authentique et un travail collectif laissant une place au débat et, d’autre part, favoriser et organiser la concertation de l’équipe pédagogique pluridisciplinaire en charge de l’enseignement scientifique commun de la voie générale.

⁵⁴ [Arrêté du 16 juillet 2018 relatif à l’organisation et aux volumes horaires des enseignements du cycle terminal des lycées, sanctionnés par le baccalauréat général - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://legifrance.gouv.fr/ltext/idT/LEGITEXT_000010030001)

⁵⁵ [Programme de mathématiques intégré à l’enseignement scientifique en classe de première générale | Ministère de l’Education Nationale et de la Jeunesse](https://www.education.gouv.fr/ministere/programme-de-mathematiques-integre-a-lenseignement-scientifique-en-classe-de-premiere-generale/)

⁵⁶ [Évaluations ponctuelles pour l’enseignement scientifique à compter de la session 2024 | Ministère de l’Education Nationale et de la Jeunesse](https://www.education.gouv.fr/ministere/evaluations-ponctuelles-pour-lenseignement-scientifique-a-compter-de-la-session-2024/)

Une évaluation en contrôle continu qui doit être complétée par des enquêtes par sondage pour disposer d'une image précise de la qualité des apprentissages

Il est très difficile aujourd’hui d’analyser l’effet de l’enseignement scientifique sur la formation des élèves à la démarche scientifique, en l’absence d’évaluations ou d’enquêtes spécifiquement dédiées.

Une analyse statistique des notes de contrôle continu obtenues en enseignement scientifique au baccalauréat ainsi que des degrés de maîtrise des compétences qui figurent dans le livret scolaire lycéen (LSL)⁵⁷ pourrait donner quelques renseignements. Ce type de données, s’il se prête bien à des analyses en tendance, d’une année sur l’autre, ne peut cependant pas donner d’information précise sur le niveau absolu de compréhension de la démarche scientifique par les élèves. Une enquête dédiée, par sondage, réalisée périodiquement par exemple sur le modèle des enquêtes CEDRE au niveau du collège, pourrait ainsi permettre d’assurer un suivi plus objectivé et plus ciblé de l’apprentissage de la démarche scientifique chez les élèves.

Recommandation n° 4.d : utiliser les données des livrets scolaires lycéens (LSL) pour analyser, en tendance, la maîtrise des compétences relatives à la démarche scientifique. Mettre en place des enquêtes périodiques sur échantillon en classe de terminale, sur le modèle des enquêtes CEDRE, pour analyser la qualité des apprentissages concernant la démarche scientifique, dans toutes ses dimensions.

2. La formation à la démarche scientifique dans l’enseignement supérieur – un développement récent, fragile et partiel

L’adossement des formations de l’enseignement supérieur à la recherche, prescrit par le code de l’éducation dès le second article du chapitre III consacré aux objectifs et missions de l’enseignement supérieur⁵⁸, devrait garantir à tous les étudiants une formation à la démarche scientifique, en les mettant en contact avec la science telle qu’elle se fait. Toutefois, si la maîtrise de la démarche scientifique est fréquemment et explicitement rappelée dans les textes qui encadrent l’enseignement supérieur, sa mise en œuvre s’avère très inégale selon les filières et les cycles.

2.1. La maîtrise de la démarche scientifique : un attendu explicite des formations dispensées dans l’enseignement supérieur

Les textes qui encadrent l’enseignement supérieur font référence de manière explicite à l’acquisition de la maîtrise de la démarche scientifique par les étudiants que ce soit dans les fiches du répertoire national des certifications professionnelles (RNCP), dans les attendus des diplômes nationaux et également dans les critères d’évaluation du Haut Conseil de l’évaluation de la recherche et de l’enseignement supérieur (HCÉRES).

2.1.1. La maîtrise de la démarche scientifique est une compétence attendue qui figure à ce titre dans le répertoire national des certifications professionnelles

L’inscription d’un diplôme au RNCP permet d’attester d’un niveau de qualification reconnu par les branches professionnelles en mettant en évidence les compétences acquises à l’issue de la formation. La maîtrise de la démarche scientifique constitue une des qualifications présentes dans certaines fiches du RNCP⁵⁹.

C’est évidemment le cas des diplômes des filières scientifiques : ainsi, la fiche RNCP du master mention sciences du vivant⁶⁰ indique des compétences en lien avec la démarche scientifique : « *collecter des résultats et les analyser de façon critique ; se servir de façon autonome des outils numériques avancés ; mobiliser des*

⁵⁷ Voir la page Éduscol dédiée : <https://eduscol.education.fr/732/livret-scolaire-du-lycee-pour-la-voie-generale-et-pour-les-series-technologiques>. La compétence du LSL : « *identifier et analyser le caractère scientifique d’une argumentation* » concerne clairement la dimension épistémique de la démarche scientifique.

⁵⁸ Article L. 123-2 - code de l'éducation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

⁵⁹ Sur les 7 500 fiches actives, 2 900 concernent les diplômes d’État.

⁶⁰ <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/35342/>

savoirs hautement spécialisés, dont certains sont à l'avant-garde du savoir dans un domaine de travail ou d'études, comme base d'une pensée originale ; apporter des contributions novatrices ».

Mais cette maîtrise attendue de la démarche scientifique vaut également pour les filières littéraires en sciences humaines et sociales (SHS) : ainsi, le master mention philosophie proposé par l'université Côte d'Azur précise que « *Le titulaire du Master aura conduit des projets de recherche et réalisé des études en philosophie. Il aura rassemblé la documentation existante et procédé à des observations de terrain. Il aura dépouillé et analysé les informations disponibles autour d'une problématique. Il aura su rendre compte de ses travaux par divers moyens de diffusion et de communication (publication de rapports, d'articles spécialisés, rédaction d'ouvrages, participation à des débats scientifiques, interventions auprès de la communauté des chercheurs)* »⁶¹. Ces compétences reprennent les étapes de la démarche scientifique propres aux sciences humaines et sociales.

De même, dans le domaine de la formation initiale des enseignants, la fiche RNCP du master métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation - MEEF⁶² mentionne les compétences suivantes : « *mobiliser la culture scientifique générale (épistémologie, théorie et méthodologie) des SHS et celle plus spécialisée des objets de recherche relevant des sciences de l'éducation (éducation, formation, professionnalisation etc.)* ».

Enfin, la mission note que les diplômes du premier cycle visent également l'acquisition des compétences qui relèvent – ou s'approchent – de la démarche scientifique. Ainsi, la licence mention langues étrangères appliquées vise quatre compétences : « *identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources dans son domaine de spécialité pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation ; analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation ; développer une argumentation avec esprit critique* ».

2.1.2. Le cadre national des diplômes précise la manière dont la formation à la démarche scientifique se déploie dans les différents cursus de l'enseignement supérieur

Dans les textes qui régissent les filières universitaires, la formation à la démarche scientifique doit être mise en œuvre de manière progressive dans une perspective d'approfondissement continu du fait du lien entre la formation et la recherche :

- dans le premier cycle de l'enseignement supérieur, la formation à la démarche scientifique consiste principalement en une initiation de l'étudiant aux principaux enjeux de la recherche et aux méthodes scientifiques⁶³. Les attendus⁶⁴ de la formation directement reliés à la démarche scientifique varient toutefois selon les mentions de licence et vont du fait d'être intéressé par la démarche scientifique dans le domaine des sciences humaines et sociales, jusqu'à devoir disposer de compétences spécifiques (en lien avec l'expérimentation et la pratique) dans le domaine des sciences, des technologies et de la santé. Des logiques plus transversales émergent toutefois notamment dans les sites labellisés « Nouveaux cursus à l'université ». Elles conduisent à l'émergence d'unités d'enseignement (UE) transverses qui permettent de dépasser le cadre tubulaire des enseignements et des licences. Il en va ainsi des UE portant sur l'analyse et l'exploitation des données, la méthodologie de la recherche, les capacités d'analyse, de synthèse, de résolution de problèmes complexes⁶⁵ ;
- pendant les deux années de master, la recherche est mise en pratique. La formation comprend explicitement une initiation à la recherche avec le plus souvent un (voire deux) stage(s) en

⁶¹ <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/9246/#ancre2>

⁶² <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/31853/>

⁶³ Cf. article 2 de l'arrêté du 30 juillet 2018 relatif au diplôme national de licence - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

⁶⁴ AttendusLicence-_12-12-2017_867168.pdf (enseignementsup-recherche.gouv.fr)

⁶⁵ NCU « So skilled » à l'université Paris-Lumière, <https://www.u-plum.fr/ncu-so-skilled/> et NCU « L@UCA » à l'université Côte-d'Azur <https://univ-cotedazur.fr/formation/reussir-ses-etudes/competences-transversales>

laboratoire de recherche et/ou la rédaction d'un mémoire. L'ouverture sur la recherche vaut quelle que soit la finalité – professionnalisante ou recherche – du master ;

- le doctorat amplifie cet approfondissement par le biais des écoles doctorales largement restructurées depuis 2016⁶⁶. L'un des objectifs de celles-ci est d'organiser « *les échanges scientifiques entre doctorants et avec la communauté scientifique ; de proposer aux doctorants des formations favorisant l'interdisciplinarité et l'acquisition d'une culture scientifique élargie incluant la connaissance du cadre international de la recherche* » (50 h en moyenne par an sur les trois années). La préparation au doctorat permet ainsi d'acquérir une double expérience, de formation et de pratique de la recherche, visant à l'intégration de l'étudiant dans la communauté scientifique et à la construction de la compréhension par l'étudiant de la façon dont elle fonctionne. Un travail de recherche en sociologie relatif à la fabrique institutionnelle de la professionnalité du doctorant confirme que cette formation est marquée à la fois par l'exercice de la démarche scientifique et par l'incorporation de l'habitus scientifique tout en relevant d'une spécificité liée à sa matrice disciplinaire⁶⁷.

Pour les deux premiers cycles d'études universitaires, le cadre national des formations conduisant à la délivrance des diplômes nationaux de licence, de licence professionnelle et de master⁶⁸ insiste sur l'importance du lien entre les études et la recherche.

Dans les textes qui régissent les autres formations d'enseignement supérieur non universitaires, le même objectif de maîtrise de la démarche scientifique est également visé en s'appuyant pour cela à la fois sur les enseignements scientifiques et, dans la plupart des cas, sur l'exposition des étudiants à la recherche :

- les élèves inscrits en classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) de la filière scientifique sont sensibilisés aux aspects épistémiques et procéduraux de la démarche scientifique. Visant l'acquisition de « bases scientifiques solides », les CPGE de la filière scientifique entendent « *construire et stabiliser, à un niveau de première expertise, les connaissances essentielles (sans viser à l'exhaustivité), d'acquérir les principales compétences, de s'imprégner des attitudes intellectuelles communément reliées à l'exercice de la pensée scientifique* »⁶⁹ ;
- les élèves ingénieurs bénéficient, en appui de leur formation scientifique, d'une exposition à la recherche : les références et orientations de la commission des titres d'ingénieurs rappellent en effet que « *la formation d'ingénieurs comporte pour tous les élèves une activité d'exposition à la recherche fondamentale ou appliquée* »⁷⁰ Il s'agit, ainsi que l'expose la société des ingénieurs et scientifiques de France⁷¹ en 2016⁷², d'adapter la formation d'ingénieur pour faire face à la complexité et de développer leurs connaissances épistémiques. Les politiques successives de structuration des sites qui ont œuvré au regroupement des acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR) (pôles de recherche et d'enseignement supérieur, PRES, Communautés d'universités et établissements, COMUE, ou encore les établissements publics expérimentaux, EPE) ont favorisé les interactions entre les écoles d'ingénieurs et les universités, ce qui a renforcé la place de la recherche dans les formations ingénieurs⁷³ ;

⁶⁶ Cf. article 3 alinéa 3 de l'arrêté du 25 mai 2016 fixant le cadre national de la formation et les modalités conduisant à la délivrance du diplôme national de doctorat.

⁶⁷ Thèse en sociologie de Flavie Le Bayon, soutenue le 7 janvier 2021 à Aix-Marseille Université. [The \(s\) elective process of the institutional making of professional objectives and paths. A longitudinal survey of PhD candidates, PhD students and PhD holders - Archive ouverte HAL](#)

⁶⁸ Cf. article 4 de l'[Arrêté du 22 janvier 2014 fixant le cadre national des formations conduisant à la délivrance des diplômes nationaux de licence, de licence professionnelle et de master - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#) dans sa version en vigueur.

⁶⁹ CPGE filière scientifique, annexe 1 : programmes de sciences de la vie et de la Terre :
https://cache.media.education.gouv.fr/file/20/94/8/ensecsup111_annexes_1407948.pdf

⁷⁰ https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2022/03/RO_Référentiel_2022_VF_2022-03-15.pdf

⁷¹ [Qui sommes-nous ? Que faisons-nous ? - IESF](#)

⁷² https://www.iesf.fr/offres/doc_inline_src/752/CHAPITRE_D4Former_les_ingenieurs_a_la_complexite.pdf_de_novembre_2016

⁷³ Par ailleurs, une part croissante des étudiants ingénieurs poursuivent leurs études en thèses (convention industrielle de formation par la recherche CIFRE ou académique) comme le montre l'enquête annuelle de la Conférence des grandes écoles (CGE) de juin 2021 ([2021-06-15 - CP - Publication de l'enquête insertion CGE 2021 - Conférence des grandes écoles](#)), pour la promotion 2020,

- l'exposition à la recherche, qui enrichit la formation à la démarche scientifique constitue également un attendu des formations préparant au bachelor visé par la Commission des titres d'ingénieurs (CTI), car, même si le premier objectif du programme est l'insertion professionnelle directe, il n'exclut pas la poursuite d'études⁷⁴.

Enfin, dans les formations de technicien supérieur (STS) relevant du domaine de la production, la démarche scientifique est présente en lien avec les compétences scientifiques et technologiques des programmes et référentiels de BTS⁷⁵.

2.1.3. La prise en compte de la formation à la démarche scientifique est un critère d'appréciation retenu par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCÉRES)

Le cahier des charges des grades universitaires de licence et de master⁷⁶ fixe les conditions à vérifier pour les formations et diplômes autres⁷⁷ qui souhaitent obtenir ces grades universitaires. Au titre de ces conditions, figurent la garantie de la qualité académique et un adossement à la recherche des formations, ce qui inclut la qualité du corps enseignant et son lien à la recherche⁷⁸.

Dans le premier cycle de l'enseignement supérieur, le référentiel d'évaluation du HCÉRES des formations conférant le grade de licence de la campagne d'évaluation externe 2020-2021⁷⁹ examine également l'adossement aux activités de recherche de la formation : est regardé plus précisément si une ouverture sur le monde de la recherche avec une initiation aux méthodes scientifiques est dispensée.

Dans le second cycle de l'enseignement supérieur, le référentiel d'évaluation du HCÉRES des formations conférant le grade de master de la campagne d'évaluation externe 2020-2021⁸⁰ retient comme critère, outre l'adossement aux activités de recherche (lien avec les unités de recherche, avec les écoles doctorales ou le collège doctoral le cas échéant, implication de l'équipe pédagogique dans la recherche, et objectifs de la formation inscrit dans la politique scientifique), le fait que la démarche scientifique soit au cœur de la formation.

Concrètement, la formation doit comporter dès la première année du master des éléments de connaissance du monde de la recherche (acteurs, enjeux, méthodes et valorisation), des formations à et par la recherche (recherches documentaires, séjour dans un laboratoire, séminaires, participation à des travaux de recherche etc.), des projets et des stages de recherche intégrés à la définition du cursus de formation, des modalités pédagogiques développant l'autonomie de l'étudiant et l'aptitude à conduire une démarche innovante et à s'inscrire dans un cadre collaboratif (conduite d'un projet dans la cadre d'un travail d'équipe, etc.) et une préparation à la poursuite en doctorat (rencontres avec les écoles doctorales notamment).

Dans le troisième cycle de l'enseignement supérieur, le référentiel d'évaluation du HCÉRES des formations du troisième cycle de la campagne d'évaluation externe 2023-2024⁸¹ examine si la formation doctorale inclut

9 % (contre 7,8 % en 2019) optent pour poursuivre leurs études, les 2/3 continuant en doctorat soulignant la nécessité de former les futurs ingénieurs aux pratiques de la recherche.

⁷⁴ https://www.cti-commission.fr/wp-content/uploads/2022/03/Bachelor_Référentiel_VF-20220315.pdf

⁷⁵ Exemple du [BTS maintenance des systèmes option A systèmes de production - Onisep](#)

⁷⁶ [Arrêté du 27 janvier 2020 relatif au cahier des charges des grades universitaires de licence et de master - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)

⁷⁷ Autres diplômes délivrés au nom de l'État ou à des établissements publics ou privés dès lors qu'ils contribuent aux objectifs du service public de l'enseignement supérieur définis à l'article L. 123-2 du code de l'éducation.

⁷⁸ Les indicateurs sont : nombre et part des enseignants permanents dans la formation, nombre et part des enseignants docteurs dans la formation, nombre et part des enseignants-chercheurs dans le corps enseignant de la formation, nombre et qualité des publications scientifiques par enseignant du programme, production scientifique comme les brevets etc. liés au domaine de la formation correspondant au diplôme, nombre de diplômés s'inscrivant dans le diplôme supérieur (master ou doctorat).

⁷⁹ Référentiel HCÉRES pour l'évaluation d'une formation conférant le grade de licence [AGENCE D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR \(hceres.fr\)](#)

⁸⁰ Référentiel HCÉRES pour l'évaluation d'une formation conférant le grade de master [AGENCE D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR \(hceres.fr\)](#)

⁸¹ Référentiel HCÉRES pour l'évaluation des formations du 3^e cycle [AGENCE D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR \(hceres.fr\)](#)

une formation à et par la recherche en lien avec celui d'un collège doctoral⁸². Le Haut Conseil évalue en outre si cette formation sensibilise les doctorants au rapport entre la recherche et la société, c'est-à-dire si la formation permet aux étudiants d'acquérir des compétences relatives à la compréhension, au recul et au regard critique sur l'ensemble des informations de pointe disponibles ainsi qu'à la diffusion de la culture scientifique et technique.

2.2. Une mise en œuvre effective de formations à la démarche scientifique variable selon les filières, les cycles et les disciplines et peu visible dans l'offre de formation

L'adossement à la recherche des formations universitaires proposées dans l'enseignement supérieur explique qu'elles sont dispensées, le plus souvent, par des enseignants-chercheurs et parfois par des chercheurs, qui incarnent le lien entre formation et recherche. Les enseignants-chercheurs – professeurs des universités et maîtres de conférences – ont ainsi la double mission d'assurer le développement de la recherche fondamentale et appliquée et de transmettre aux étudiants les connaissances qui en sont issues (cf. répertoire des métiers et des compétences de l'enseignement supérieur et de la recherche de 2018)⁸³.

Toutefois, si la formation à la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur constitue un attendu fréquemment rappelé, sa mise en œuvre effective s'avère en pratique très variable selon les niveaux, les filières ou encore les disciplines enseignées. Les conditions pour la déployer ne sont en outre que rarement réunies.

L'encadré n° 4 fournit un exemple des débats qui animent la communauté des chercheurs qui s'intéressent à l'évolution de la constitution des universités et la place respective de la formation et de la recherche en leur sein ainsi que les rapports que ces deux fonctions entretiennent entre elles.

⁸² Référentiel HCÉRES pour l'évaluation d'un collège doctoral ou structure équivalente [AGENCE D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR \(hceres.fr\)](http://AGENCE D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (hceres.fr))

⁸³ Maîtres de conférences | enseignementsup-recherche.gouv.fr

Encadré n° 4 : Les conditions d'un déploiement de la formation à la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur

Dans un article récent⁸⁴, Sophie Kennel⁸⁵ et Dominique Kern⁸⁶ rappellent que si « *aujourd'hui, la cohabitation des deux fonctions différentes [l'enseignement et la recherche] à l'intérieur d'une même structure organisationnelle (l'Université) semble toute naturelle, (...) elle est en réalité le résultat d'une évolution complexe* ». Si le modèle humboldtien⁸⁷ d'université s'avère aujourd'hui dominant⁸⁸, le lien formation - recherche sur lequel il repose présente des formes variées, décrites dans « le modèle de Healey⁸⁹ ».

Mick Healey distingue quatre modalités possibles :

- l'adossement des formations à la recherche, qui met l'accent sur la transmission de savoirs actualisés ;
- la formation orientée par la recherche, qui insiste davantage sur le processus de construction des connaissances ;
- l'apprentissage par la recherche, qui promeut une pédagogie par problème ou par projet ;
- la recherche encadrée⁹⁰, qui accorde une place de premier rang à l'écrit scientifique.

Si l'apprentissage par la recherche est le plus à même, pour Healey, de former à la démarche scientifique, il se traduit par l'adoption et la généralisation d'une norme selon laquelle le processus de recherche se décompose en étapes que sont « *l'élaboration de la question de recherche, l'état des lieux de la recherche, la clarification des questions méthodologiques, la mise en œuvre de l'étude ainsi que la présentation et la discussion des résultats* »⁹¹. La généralisation de cette norme s'avère-t-elle suffisante pour former les étudiants à la démarche scientifique ? Une thèse, déjà ancienne, soutenue en 1994, en didactique des disciplines scientifiques, relève que, dans les pratiques d'activités expérimentales observées, « *l'absence de problématisation des protocoles est une règle quasi-générale. L'action (la manipulation) est survalorisée et imposée comme pertinente sans jamais être justifiée d'un point de vue théorique (modèle mobilisé, hypothèses associées, ...)* »⁹². Il ne suffit donc pas d'affirmer la nature d'une formation « à et par » la recherche et de la confier à des enseignants-chercheurs pour véritablement former les étudiants à la démarche scientifique.

⁸⁴ S. Kennel, D. Kern (2022). La formation par la recherche. Quels modèles pour la pédagogie universitaire française ?. Spirale, revue de recherche en éducation, 2022/1, <https://www.cairn.info/revue-spirale-revue-de-recherches-en-education-2022-1-page-89.htm>

⁸⁵ Sophie Kennel, maître de conférences en sciences de l'éducation, assure la direction de l'institut de développement des innovations pédagogiques et est vice-présidente déléguée à la transformation pédagogique à l'université de Strasbourg. Ses enseignements portent sur la communication scientifique et professionnelle. Ses recherches au sein du laboratoire interuniversitaire des sciences pédagogiques et de la communication (LISEC UR 2310 qui a trois tutelles, UNISTRA, UL et UHA) s'intéressent à la réussite étudiante et à la pédagogie universitaire.

⁸⁶ Professeur des universités en sciences de l'éducation de l'université de Haute-Alsace (UHA).

⁸⁷ Cf. JL. De Meulemeester (2011). Quel modèle d'université pour quel type de motivation des acteurs ? Une vue évolutionniste : « *Modèle qui émerge au XIX^e siècle en Prusse - qui entreprend une série de réformes administratives et économiques majeures suite à sa défaite face à Napoléon - selon lequel l'université est le lieu de la poursuite d'une recherche désintéressée à l'abri des contingences du monde (l'Etat devant leur en procurer les conditions de réalisation) et d'une formation par la recherche, a priori non directement professionnelle. Il établit une claire séparation entre les Écoles professionnelles et les Universités, établissant par là ce qu'on nomme un modèle binaire d'enseignement supérieur* ». [Quels modèles d'université pour quel type de motivation des acteurs ? Une vue évolutionniste \(openedition.org\)](https://www.openedition.org/Quels%20mod%C3%A8les%20d'universit%C3%A9%20pour%20quel%20type%20de%20motivation%20des%20acteurs%20%20Une%20vue%20%C3%A9volutionniste.pdf)

⁸⁸ Y. Gingras (2003). Idées d'université. Enseignement, recherche et innovation. Actes de la recherche en sciences sociales : <https://www.cairn.info/revue-actes-de-la-recherche-en-sciences-sociales-2003-3-page-3.htm>

⁸⁹ M. Healey (20058). Linking Research and Teaching to Benefit Student Learning. Journal of Geography in Higher Education.

⁹⁰ La recherche encadrée « *fait référence aux pratiques plus anglo-saxonnes qui mettent l'accent sur les groupes de débat, l'importance de l'écrit scientifique, notamment dès le premier cycle d'études (la « thesis » de fin d'études en bachelor), l'analyse critique des articles scientifiques* ».

⁹¹ JM. Fortin et J. Gagnon (2016). Fondements et étapes du processus de recherche : Méthodes quantitatives et qualitatives. Montréal. Recension sur : <https://www.erudit.org/fr/revues/rse/2017-v43-n1-rse03267/1042088ar/>

⁹² B. Darley (1996). Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie de 2^e année. Didaskalia : [Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2ème année - Persée \(perseee.fr\)](https://www.persee.fr/doc/1042088ar)

Pour expliciter cet objectif, notamment dans le premier cycle universitaire, encore faut-il, si l'on suit Sophie Kennel et Dominique Kern, décliner le lien formation - recherche selon trois approches complémentaires :

- une ingénierie de formation et une élaboration des programmes permettant d'aligner ces derniers « *avec les référentiels de compétences de la recherche* » ;
- le développement de « *pédagogies centrées sur l'étudiant et favorisant les apprentissages par l'expérience* » ;
- le développement professionnel des enseignants-chercheurs « *et donc la thématique de recherche du champ de la pédagogie universitaire qui s'intéresse au développement professionnel des enseignants-chercheurs* ».

Ces trois conditions s'avèrent nécessaires pour que « *la compétence du chercheur [soit] en effet une compétence professionnelle essentielle à transmettre aux étudiants dès leur entrée à l'université et quel que soit leur parcours académique et professionnel futur* ».

D'une manière générale, la mission relève que la formation à la démarche scientifique :

- reste très largement une formation implicite dans le premier cycle où elle fait parfois l'objet de formations bien identifiées dans l'offre des établissements. Les éléments de cadrage national des attendus pour les mentions de licence⁹³ témoignent à cet égard des hésitations des établissements d'enseignement supérieur concernant la formation à la démarche scientifique : seules les mentions relevant pour l'essentiel des sciences humaines et sociales⁹⁴ indiquent qu'« *être intéressé par la démarche scientifique, c'est-à-dire avoir la capacité à comprendre et à produire des raisonnements logiques et argumentés à partir de données et de concepts issus de différentes disciplines* » constitue un attendu explicite, comme s'il s'agissait avant tout de mettre en avant le caractère scientifique de ces disciplines. À l'inverse, les mentions scientifiques n'évoquent le fait que « *d'avoir une capacité à analyser, poser une problématique et mener un raisonnement, une capacité d'abstraction, de logique et de modélisation et la maîtrise d'un socle de connaissances disciplinaires et des méthodes expérimentales associées* » qui ne reflète qu'un aspect méthodologique de la démarche scientifique sans qu'elle ne soit citée explicitement, comme si la formation à la démarche scientifique était consubstantielle à l'enseignement de la discipline. Le cadrage national des attendus des classes préparatoires aux grandes écoles mentionne, pour les seules CPGE scientifiques, un intérêt pour les « *démarches associées (analyse, modélisation, résolution de problème, expérimentation et communication)* »⁹⁵ à la discipline choisie ;
- s'explique progressivement dans le cadre de l'initiation à la recherche conduite à partir du master. C'est dans ce cadre que les étudiants acquièrent progressivement les trois aspects de la sensibilisation et de la formation à la démarche scientifique : acquérir les méthodologies propres à un champ disciplinaire ; maîtriser l'ensemble des étapes de la production de connaissances scientifiques nouvelles et des valeurs sous-jacentes (transparence et partage, discussion des résultats etc.) et produire un discours distancié sur la place des sciences (distance critique, culture du doute, sens de la complexité etc.).

À la différence de l'enseignement secondaire, principalement centré sur une approche disciplinaire visant la transmission de savoirs et qui, de ce fait, s'en tient le plus souvent aux seuls aspects méthodologiques, la formation à et par la recherche permet progressivement d'embrasser toutes les facettes – méthodologique, épistémique et éthique – de la démarche scientifique. Il s'agit bien, pour l'enseignant-chercheur, « de rendre les savoirs {que l'université} diffuse critiquement accessibles », en veillant à associer de manière systématique « l'actualité des savoirs avec les modalités de leur élaboration ». ⁹⁶

⁹³ https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/content_migration/document/AttendusLicence- 12-12-2017_867168.pdf

⁹⁴ Sciences sanitaires et sociales, humanités, histoire, histoire de l'art et archéologie, géographie et aménagement, sociologie, sciences de l'éducation, philosophie, sciences sociales et sciences de l'homme, anthropologie et ethnologie.

⁹⁵ [Attendus CPGE 882352.pdf \(enseignementsup-recherche.gouv.fr\)](https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/content_migration/document/AttendusCPGE_882352.pdf)

⁹⁶ Cf. JM. Monteil (2021). Universités et recherche : l'adossement nécessaire. L'ENA hors les murs, 2021-8 : [Université et Recherche : l'adossement nécessaire | Cairn.info](https://www.cairn.info/revues/universites-recherche/docidos/2021-8/adossement-necessaire.htm)

Le fait que la démarche scientifique imprègne, par construction, l'enseignement supérieur ne suffit pas à rendre compréhensible les problématiques propres à cette démarche (la question du régime de preuves, la place de la controverse, la survenue des ruptures épistémologiques) qui sont pourtant au cœur de « *la perte du crédit de la parole scientifique* »⁹⁷.

2.3. Le renouvellement de l'attention portée à la question de la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur à la faveur d'évolutions contextuelles

Présente dans l'enseignement supérieur, mais de manière inégale et parfois implicite⁹⁸, le sujet de la formation à la démarche scientifique gagne en visibilité en raison de quatre évolutions récentes : le renforcement des approches interdisciplinaires, une attention soutenue à la question de l'attractivité des filières scientifiques, le rôle accru des universités dans le dialogue science-société, et le renouvellement actuel des pratiques pédagogiques.

2.3.1. La première évolution tient aux dynamiques scientifiques, marquées par le renforcement des approches interdisciplinaires liées à la mise à l'agenda des grandes questions sociétales

L'exigence d'interdisciplinarité – le mot apparaît en 1960 – se développe dans la seconde moitié du XX^e siècle⁹⁹ en réponse aux difficultés grandissantes d'un savoir de plus en plus parcellisé à apporter des réponses à des questions complexes, qu'elles soient d'ordre scientifique ou sociétal. Elle s'institutionnalise avec la création en 2011 par le CNRS d'une mission pour les initiatives transverses et interdisciplinaires (MITI)¹⁰⁰. Dans son dernier contrat d'objectif et de performance pour la période 2019-2023, l'organisme met en avant six défis sociétaux qui sont des questions scientifiques transversales à plusieurs disciplines : changement climatique, inégalités éducatives, intelligence artificielle, santé et environnement, territoires du futur, et transition énergétique¹⁰¹. Le décloisonnement disciplinaire est nécessaire « *pour mieux répondre à des enjeux majeurs, à la croisée des défis sociétaux et économiques et des questionnements de la communauté scientifique* ». Il est à l'origine de l'émergence et du financement de dix instituts Convergences dans le cadre du programme d'investissements d'avenir en 2017¹⁰².

Parce qu'elle est « *l'art d'articuler entre eux les outils d'analyses, les approches et les modes d'interprétations de différents domaines afin de développer des regards nouveaux et des questionnements originaux* »¹⁰³, l'approche interdisciplinaire est susceptible de renouveler, pour les étudiants, l'approche de la démarche scientifique en les invitant ainsi à sortir du strict cadre disciplinaire, souvent réduit à ces seuls aspects méthodologiques, pour aborder d'autres pratiques de recherche, enrichissant ainsi l'expérience étudiante en élargissant leurs questionnements méthodologiques et épistémiques.

Ces aspects, complétés par une attention renforcée aux questions d'éthique et d'intégrité, deviennent aujourd'hui des éléments saillants de la formation doctorale¹⁰⁴.

⁹⁷ Cf. rapport annexé à la loi n° 2020-1674 du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030, <https://www.senat.fr/leg/tas20-024-rapport-annexe.pdf>

⁹⁸ La mission note, à titre d'exemple, que la stratégie nationale de l'enseignement supérieur (STRANES) de 2014 ne fait aucune mention du terme « démarche scientifique ».

⁹⁹ [D. Guthleben, « De l'indispensable interdisciplinarité », CNRS, le journal, 2014](#)

¹⁰⁰ [Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires \(cnrs.fr\)](#)

¹⁰¹ Cf. page 9 du contrat d'objectif et de performance (COP) du CNRS pour la période 2019-2023 [COP_CNRS1_0.pdf](#)

¹⁰² L'ambition de l'action « Instituts Convergences » est d'initier une nouvelle démarche visant à structurer quelques centres rassemblant des forces scientifiques pluridisciplinaires de grande ampleur et de forte visibilité pour mieux répondre à des enjeux majeurs, à la croisée des défis sociétaux et économiques et des questionnements de la communauté scientifique <https://anr.fr/fileadmin/documents/2020/ANR-IA-Rapport-INSTITUTS-CONVERGENCES-2018-VF.pdf>

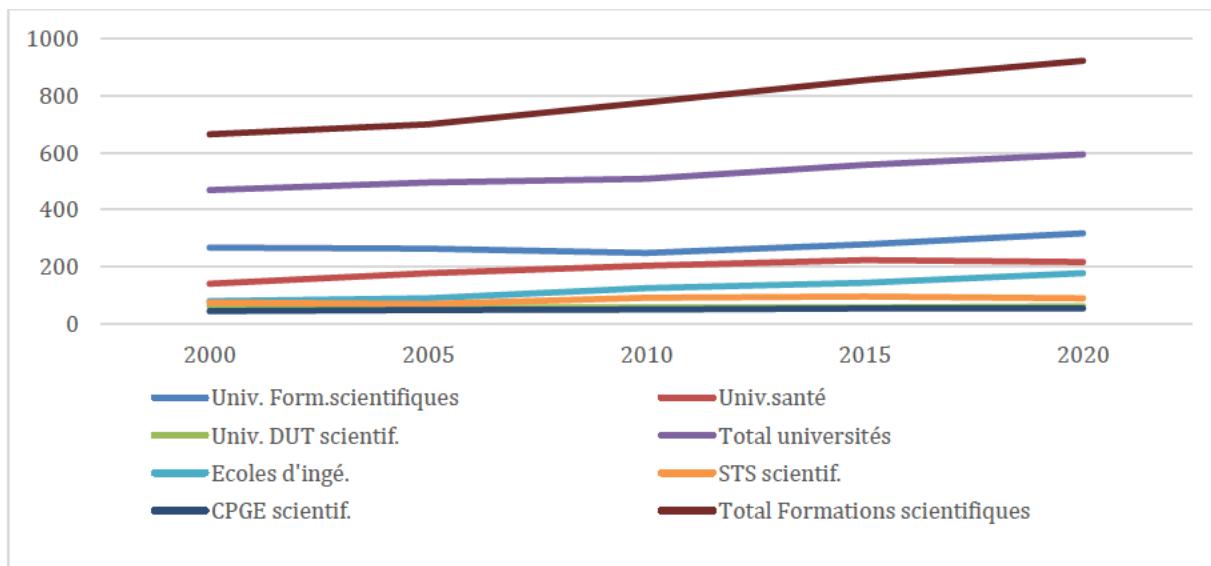
¹⁰³ <https://miti.cnrs.fr/actualite/interdisciplinarite-voyages-au-delà-des-disciplines/>

¹⁰⁴ La promotion des « objets interdisciplinaires » communs à plusieurs *Graduate Schools* de l'université Paris-Saclay (4 100 doctorants), le financement de programmes doctoraux interdisciplinaires par Sorbonne Université (près de 4 000 doctorants) ou l'offre de formation sur l'épistémologie et la méthodologie de la recherche interdisciplinaire de l'Université Paris Cité (plus de 3 000 doctorants) illustrent la montée de la question de l'interdisciplinarité dans la formation doctorale.

2.3.2. La deuxième évolution tient au maintien de l'attention maintenue des pouvoirs publics à la question de l'attractivité des filières scientifiques

La formation à la démarche scientifique dans l'enseignement supérieur relève principalement des cursus scientifiques, c'est pourquoi la mission s'est intéressée à l'évolution du nombre d'étudiants dans les filières scientifiques. La question de l'attractivité de ces dernières ne se pose plus avec la même acuité qu'au tournant des années 2000 : l'évolution des effectifs étudiants par filière ne montre en effet aucune désaffection pour les filières scientifiques, mais au contraire une croissance régulière.

Graphique n° 5 et tableau n° 5 bis : Évolution du nombre d'étudiants selon les filières scientifiques



Années	Nombre étudiants formations scientifiques	Nombre étudiants total enseignement supérieur	Poids des formations scientifiques
2000	665 532	2 160 253	30,8 %
2005	700 510	2 283 267	30,7 %
2010	746 560	2 319 700	32,2 %
2015	856 311	2 509 801	34,1 %
2020	967 661	2 895 494	33,4 %

Source : MESRI/SIES - Repères et références statistiques 2009 (tableau 6.3 p169), 2011 (tableau 6.3 p171), 2020 (tableau 6.04 p 155) et 2022 (tableau 6.04 p159)

Dans ce contexte, le renforcement de l'attractivité des études scientifiques, dans lesquelles les filles sont structurellement sous-représentées¹⁰⁵, suppose une évolution des représentations des métiers scientifiques à laquelle se sont attachés les pouvoirs publics.

Ainsi, dès 2010, le programme investissement d'avenir¹⁰⁶ (PIA) a identifié la nécessité de renforcer l'orientation des jeunes vers des carrières scientifiques, techniques et industrielles et a fait l'objet d'un des premiers appels à projets au titre du développement de la culture scientifique et technique et de l'égalité des chances. En mettant l'accent sur la promotion de la culture scientifique ou sur l'acquisition d'une posture de chercheur, et nonobstant un bilan mitigé¹⁰⁷, ces projets ont également créé un cadre favorable à une

¹⁰⁵ État de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation n° 15, fiche 13 : la parité dans l'enseignement supérieur, https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eestr/FR/T173/la_parite_dans_l_enseignement_superieur/

¹⁰⁶ Le PIA faisant suite à la Commission Juppé-Rocard de 2009 est un vaste programme d'investissement pour financer l'innovation et stimuler l'économie.

¹⁰⁷ Cf. partie 4 du rapport, paragraphe 4.1.

meilleure explicitation des problématiques liées à la démarche scientifique tout en accompagnant les universités dans la dynamique qui conduira en 2021 au label « Science avec et pour la société » (SAPS).

2.3.3. La troisième évolution renvoie au rôle accru des universités en matière de dialogue entre les sciences et la société

Le rapport annexé à la loi n° 2020-1674 de programmation de la recherche¹⁰⁸ pour les années 2021 à 2030 du 24 décembre 2020 énonce les enjeux associés à la recherche qui appellent à lui donner « *plus de temps, plus de moyens et plus de visibilité* ». Dans l’enseignement supérieur, la recherche permet de faire bénéficier aux étudiants de démarches et de connaissances pour comprendre les transformations du monde et pour relever des défis auxquels est confrontée la société.

En 2021¹⁰⁹, dans le cadre de la mise en œuvre des actions de la loi de programmation de la recherche en faveur de la science et de la société, le ministère de l’enseignement supérieur, de la recherche et de l’innovation (MESRI) a lancé sa stratégie pour une « science avec et pour la société »¹¹⁰ qui prévoyait l’attribution du label SAPS assorti de moyens sur trois années de financement par le PIA 4¹¹¹. En novembre 2021, huit établissements ont été labellisés¹¹² pour un montant annuel de près de 2,3 M€ sur les 2,6 M prévus au titre de l’année 2021. Puis, la deuxième vague de labélisation SAPS d’avril 2022 a distingué douze nouveaux lauréats¹¹³ qui ont obtenu 3 M€ au titre de l’année 2022.

Le label SAPS, dont l’axe 2 vise « *la formation à la médiation, la communication et à la démarche scientifique* »¹¹⁴ et le programme éponyme financé par l’agence nationale de la recherche (ANR)¹¹⁵ créent un cadre favorable à une explicitation des problématiques qui sont liées à la démarche scientifique, que ce soit dans le cadre de programmes de sciences participatives, la production de ressources pédagogiques en direction des enseignants ou encore le développement de formations universitaires à la médiation scientifique. Sa mise en œuvre opérationnelle et les premiers bilans 2022 sont à ce titre encourageants¹¹⁶.

2.3.4. La quatrième évolution tient à l’attention renouvelée aux pratiques pédagogiques dans l’enseignement supérieur

Longtemps restée un angle mort des politiques publiques, la question des pratiques pédagogiques dans l’enseignement supérieur fait désormais l’objet d’une intense réflexion : les évolutions dans la production et la diffusion des savoirs, portées par la révolution numérique¹¹⁷, l’accent mis sur la mission d’insertion

¹⁰⁸ [Loi n° 2020-1674 du 24 décembre 2020 de programmation de la recherche pour les années 2021 à 2030 et portant diverses dispositions relatives à la recherche et à l'enseignement supérieur - Dossiers législatifs - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/criteres-du-label-science-avec-et-pour-la-societe-saps-49490)

¹⁰⁹ Discours de la ministre de l’enseignement supérieur, de la recherche et de l’innovation, Frédérique Vidal, du 30 avril 2021 pour lancer les mesures issues de la LPR pour relancer les relations entre la science et la société : « *la science est un bien commun. La science est une dimension essentielle à la vie de chacun. La science est l’hygiène de l’esprit du citoyen (...). Elle est une part essentielle de notre culture et partage avec l’art le privilège de donner du sens à nos existences, de faire vivre en nous le goût du dépassement et l’espoir du mieux (...). Elle doit aller à la rencontre de la société, elle doit s’offrir en partage aux citoyens et les embarquer dans ses pérégrinations* ».

¹¹⁰ [Critères du label « Science avec et pour la société » \(SAPS\) | enseignementsup-recherche.gouv.fr](https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/criteres-du-label-science-avec-et-pour-la-societe-saps-49490)

¹¹¹ Annoncé par le Premier ministre le 8 janvier 2021, le PIA 4 est doté de 20 Mds€ sur cinq années dont 20 destinés à l’enseignement supérieur et la recherche selon deux modalités : innovation dirigée (12,5 Mds) en faveur d’investissement stratégiques sur des filières prioritaires et l’innovation structurelle (7,5 Mds) pour pérenniser le financement de l’écosystème de l’ESRI.

¹¹² Université de Caen avec le CCSTI Le Dôme (290 K€), université Clermont-Auvergne (500 K€), université de Limoges (50 K€), université Grenoble Alpes (442 K€), université de Poitiers (100 K€), université Paris Sciences et Lettres (315 K€), Sorbonne Université (300 K€) et université Paris-Saclay (300 K€).

¹¹³ La Rochelle Université (191 K€), université Bourgogne-Franche-Comté (235 K€), université de Bordeaux (481 K€), université de Corse (88 K€), université de Lille (168 K€), université de Lorraine (307 K€), université de Pau (337 K€), université de Rennes (193 K€), université Lyon 2 (304 K€), Université Paris Cité (270 K€), Université Paris Nanterre (225 K€), Université Paris-Est-Créteil (224 K€) pour un total de 3,023 M€.

¹¹⁴ <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/criteres-du-label-science-avec-et-pour-la-societe-saps-49490>

¹¹⁵ L’appel à projet ne vise cependant plus que la médiation et la communication.

¹¹⁶ Bilan panorama des actions de culture scientifique, Aix-Marseille Université, janvier 2023 : https://www.univ-amu.fr/system/files/2022-12/CULTURESCIENTIFIQUE-BILAN-2022_num.pdf

¹¹⁷ M. Barber, K. Donnelly, S. Rizvi (2013). [An avalanche is coming](#), Institute for Public Policy Research.

professionnelle des universités¹¹⁸, le renouvellement de la problématique de la réussite étudiante porté par la loi orientation et réussite des étudiants¹¹⁹ de 2018 conduisent à accorder désormais une place significative aux préoccupations pédagogiques.

La combinaison d'une approche programme¹²⁰, qui met l'accent sur une vision collective du projet de formation d'un établissement, et d'une démarche par compétences, introduite en 2014¹²¹ et institutionnalisée dans l'enseignement supérieur à partir de 2018¹²², favorisent l'explicitation de la formation à la démarche scientifique dans le cadre de la construction de nouveaux parcours. Cette double approche contribue à décloisonner la structure des enseignements en autorisant des formations transversales cohérentes avec la mise en place d'une offre le plus souvent organisée, pour le premier cycle, en portail et ouvre la voie à un renouvellement des pratiques pédagogiques.

Ainsi, la pédagogie par projets peut favoriser la compréhension de la démarche scientifique car une correspondance étroite entre les étapes de la démarche scientifique et celles de la gestion de projet¹²³ peut être établie comme suit :

- choix de l'objet d'étude, revue de littérature (étapes de la démarche scientifique notée ds) / parangonnage (étapes de la pédagogie par projet notée p) ;
- problématique (ds) /analyse des besoins (p) ;
- hypothèses, choix de la méthodologie ;
- expérimentation (ds) /mise en œuvre (p) ;
- résultats, discussion (ds)/évaluation (p) ;
- publication (ds)/déploiement (p).

Plus récemment, les écoles universitaires de recherche (EUR) inspirées des *Graduate Schools* anglo-saxonnes et mises en place à partir de 2017¹²⁴ visent à renforcer le lien entre recherche et enseignement. Ainsi, il est attendu des projets des établissements¹²⁵ « *qu'ils lient fortement au meilleur niveau formation et recherche, qu'ils portent une excellence distinctive et qu'ils renforcent l'attractivité du site concerné, en : introduisant des modalités pédagogiques transformantes, en particulier au niveau du master ; renforçant les compétences transversales des docteurs (traitement des données, éthique et communication scientifique...) ; décloisonnant recherche et formation sur la base de l'excellence scientifique et pédagogique* » tout en élargissant au premier cycle l'ouverture sur la recherche. « *Dans le respect du processus de Bologne, les écoles universitaires de recherche auront tout avantage à s'articuler à des cursus de licence afin de proposer – avant même le master – une exposition à la recherche, d'identifier des étudiants d'ores et déjà intéressés par la recherche, et de faciliter leur orientation à l'issue de la licence* »¹²⁶.

2.4. Une offre explicite de formation à la démarche scientifique présente dans de nombreux établissements mais restant fragile et partielle

De nombreux établissements d'ESR proposent aujourd'hui des enseignements spécifiquement dédiés à la démarche scientifique au sein de cursus de sciences et technologie mais aussi dans des parcours en sciences

¹¹⁸ Éric Piozin (2020). (rapport n° 2020-101). IGÉSR. [n° 2020-101 - la mission d'insertion professionnelle de l'université. Bilan dix ans après la loi relative aux libertés et responsabilités des universités -octobre 2020](#)

¹¹⁹ [Loi relative à l'orientation et la réussite des étudiants](#)

¹²⁰ [C. Loisy, E. Carosin, « les éléments clés de l'approche-programme », Institut français de l'éducation, 2017](#)

¹²¹ La [Loi n° 2014-288 du 5 mars 2014 relative à la formation professionnelle, à l'emploi et à la démocratie sociale \(1\) - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#) a introduit la notion de blocs de compétences qui sont identifiés dans des fiches du répertoire national des compétences professionnelles tenu par France Compétences depuis sa création au 1^{er} janvier 2019. Depuis 2002, le RNCP recense tous les diplômes reconnus et délivrés par l'État. Il tient à disposition une information constamment à jour sur les diplômes, les titres à finalité professionnelle et les certificats de qualification figurant sur les listes établies par les commissions paritaires nationales des branches professionnelles. Les diplômes nationaux y sont inscrits de droit.

¹²² [Loi n° 2018-166 du 8 mars 2018 relative à l'orientation et à la réussite des étudiants \(1\) - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](#)

¹²³ [S. Kennel, « Formation à et par la recherche : une approche par les compétences », 2022](#)

¹²⁴ [Ecole Universitaire de Recherche \(EUR\) - Appel à projets – Vague 1 – 2017 | ANR](#)

¹²⁵ 29 projets lors de la première vague de 2017, 24 projets lors de la deuxième vague de 2019.

¹²⁶ Deuxième appel à projet, 2018, <https://anr.fr/fileadmin/aap/2018/aap-ia-eur-2018.pdf>

humaines et sociales. S'il n'est pas possible, au vu de l'importance de l'offre globale, d'apprécier le poids réel de ces formations, la mission estime cependant que l'apparition de ces enseignements mettant explicitement en avant la question de la démarche scientifique constitue une évolution notable.

2.4.1. Une offre explicite de formation à la démarche scientifique est présente dans la plupart des établissements d'enseignement supérieur, mais ne touche que peu d'étudiants

Les exemples qui suivent résultent d'un sondage aléatoire effectué sur les offres de formation affichées en ligne. Des enseignements dédiés à la démarche scientifique sont aisément repérables dans tous les types d'établissements de l'ESR. La mission a relevé quelques exemples présentés ci-dessous.

Ces exemples attestent d'une dynamique nouvelle d'explicitation des formations à la démarche scientifique. Pour autant, ce mouvement s'avère fragile : il n'atteint en effet qu'une très faible part des publics étudiants, en raison de son inscription dans un cadre disciplinaire restreint ou encore du fait du caractère souvent optionnel de l'unité d'enseignement. D'autre part, ces enseignements sont davantage conçus comme un complément de formation répondant à un intérêt intellectuel des étudiants plutôt que comme une étape nécessaire d'un cursus scientifique complet.

À Sorbonne Université, une unité d'enseignement (UE) interdisciplinaire à la démarche scientifique et à l'esprit critique est proposée en première année de licence de physique chimie et ingénierie¹²⁷ depuis une dizaine d'années. Il s'agit de former les « *étudiants d'aujourd'hui, citoyens de demain* »¹²⁸ en les invitant à se poser des questions sur les savoirs enseignés à l'université, sur la fabrication de la science tout en leur apprenant à participer aux débats de société. Cette formation comporte une introduction à l'épistémologie et à l'histoire des sciences, une réflexion sur les motivations à s'engager dans un cursus scientifique et l'importance de développer un esprit critique.

À l'université de Montpellier, la deuxième année de licence en sciences de la vie comporte une UE « écologie expérimentale et démarche scientifique »¹²⁹ qui est un enseignement pratique de construction d'une expérimentation en écologie.

L'université de Pau et des Pays de l'Adour propose dans le cadre de sa licence de sciences, technologie et santé mention informatique, une unité d'enseignement (UE) de méthodologie scientifique qui se donne pour objet de comprendre les grands principes de la démarche scientifique et de savoir la mettre en œuvre sur un problème posé au travers l'analyse d'articles scientifiques. Les étudiants doivent être en mesure de faire une lecture critique d'une étude scientifique et d'en réaliser une.

L'université de Bretagne Occidentale¹³⁰ propose dans le cadre de son master sciences et techniques des activités physiques et sportives (STAPS) une unité d'enseignement relative à la démarche scientifique dans les organisations sportives en lien avec la performance sportive. L'objectif est l'acquisition de la démarche scientifique au travers l'étude d'articles scientifiques et du processus de publication. Les étudiants doivent comprendre les étapes d'élaboration d'une publication scientifique tout en apprenant à formuler un questionnement original et pertinent, à justifier les choix méthodologiques et à faire preuve de recul critique quant aux résultats produits.

Le Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) propose des modules de formation relatifs aux techniques et à la méthodologie de la démarche scientifique¹³¹ coordonnés par un enseignant-chercheur en neurosciences. Ces modules sont destinés à des étudiants inscrits en licence professionnelle de gestion des structures de santé et social mais les compétences visées relèvent d'une formation à la démarche

¹²⁷ Cette UE a été supprimée dans les évolutions de maquette mais la mineure médiation scientifique de la licence en sciences et technologie aborde ces questions en s'appuyant notamment sur la nature de la science telle que définie par Ian Hacking dans le cadre de son enseignement au Collège de France dans les années 2000 à 2006. [Ian Hacking - Philosophie et histoire des concepts scientifiques | Collège de France \(college-de-france.fr\)](#)

¹²⁸ [Apprentissage de la démarche scientifique et de l'esprit critique : un enseignement de Sorbonne Université pour les étudiants d'aujourd'hui, citoyens de demain - Archive ouverte HAL](#)

¹²⁹ [Ecologie expérimentale et démarche scientifique - Catalogue des formations - UM \(umontpellier.fr\)](#)

¹³⁰ [UE C - Construire une démarche scientifique - Catalogue des Formations \(univ-brest.fr\)](#)

¹³¹ [Techniques et méthodologie de la démarche scientifique : bases théoriques | Formation | Cnam](#)

scientifique. La formation propose d'identifier, de sélectionner et d'analyser avec un esprit critique les publications scientifiques pour documenter une problématique et synthétiser ces données en vue de leur exploitation. Ces étapes sont comparables à celles de l'étudiant en première année de doctorat qui réunit les matériaux pour son travail de thèse.

L'École normale supérieure (ENS) de Lyon¹³² a lancé à la rentrée 2022, un cycle pluridisciplinaire d'enseignement supérieur (CPES) permettant de valider un bachelor sciences et société proposant des enseignements pluridisciplinaires en lien avec des enjeux sociétaux : un parcours sciences construit autour des sciences de l'environnement et un parcours économie et société autour des grands enjeux du monde contemporain (développement durable, responsabilité environnementale, santé globale et biosciences, études des risques). Le travail scientifique relatif aux modalités de construction, de traitement et d'usage des données fait partie du socle de cette formation qui offre également une initiation à la recherche avec une immersion dans un laboratoire partenaire du site lyonnais.

Le centre des humanités¹³³ de l'Institut national de sciences appliquées (INSA) de Lyon dispense des formations transversales aux élèves ingénieurs pour développer leur esprit critique notamment à partir de la zététique¹³⁴ en soulignant le rôle de médiateur scientifique que les futurs ingénieurs auront à endosser. Les modules sciences et humanités et les parcours pluridisciplinaires d'initiation à l'ingénierie que suivent les étudiants de deuxième année abordent les outils de la zététique proposés dans le cadre d'une démarche scientifique.

Encadré n° 5 : la formation à la démarche scientifique d'Aix-Marseille université, une volonté de passage à l'échelle (AMU)

Université de recherche intensive bénéficiant des financements issus de l'appel à projet Initiative d'excellence (IDEX)¹³⁵, lauréate de deux écoles universitaires de recherche (EUR)¹³⁶ et de deux Instituts Convergences¹³⁷, AMU a inscrit dans son projet d'établissement 2018-2022 l'objectif de « *renforcer les liens entre formation et recherche* »¹³⁸ en utilisant la recherche dans les apprentissages tout au long du cursus, en permettant aux étudiants d'accéder plus facilement aux centres de production du savoir que sont les unités de recherche, en facilitant l'intervention des chercheurs dans les formations et en mutualisant les plateformes de recherche avec la formation.

Cet objectif est décliné pour l'ensemble des étudiants de la faculté des sciences (12 000 étudiants) et également pour toutes les formations proposées :

- en première année : les étudiants de première année (2 600 inscrits, soit 21 % des étudiants) suivent une unité d'enseignement intitulée « grands enjeux » qui présente au premier semestre les thématiques scientifiques inscrites sur le portail de sciences. Les travaux pratiques sont organisés au second semestre. Ces UE d'initiation à la recherche peuvent représenter jusqu'à 12 ECTS comme c'est le cas par exemple pour l'UE « figure du pouvoir » proposée dans le cadre de la licence science et humanité ;
- en deuxième et troisième années : les étudiants de L2 et, surtout, de L3 (4 200 étudiants) bénéficient d'UE d'apprentissage par problèmes (en mathématique) ou d'apprentissage par projets, présentes dans l'ensemble des mentions, le plus souvent, sous une forme obligatoire. Ces UE revêtent différentes modalités, depuis des TD / TP sur machines en sciences de l'ingénieur (30 étudiants par an) jusqu'au stage en laboratoire en science de la vie

¹³² [CPES Sciences et société | École normale supérieure de Lyon \(ens-lyon.fr\)](https://cpes.ens-lyon.fr/)

¹³³ [« Le doute n'est pas un obstacle à la démarche scientifique mais l'une de ses composantes » | INSA Lyon \(insa-lyon.fr\)](https://www.insa-lyon.fr/actualites/le-doute-nest-pas-un-obstacle-a-la-demarche-scientifique-mais-lune-de-ses-composantes)

¹³⁴ La zététique est une démarche qui utilise le doute méthodique comme moyen de développer son esprit critique. Henri Broch, biophysicien a développé sa forme moderne dans les années 1980. Il s'est intéressé au paranormal (télépathie, spiritisme etc.). La zététique aujourd'hui s'interroge sur l'influence des médias et des réseaux sociaux et traite notamment de la question des infox. Il ne s'agit pas de douter de tout mais de douter avec méthode en déconstruisant les mécanismes de la pensée, en identifiant les biais cognitifs, etc.

¹³⁵ [Qu'est-ce que l'Initiative d'Excellence ? | Aix-Marseille Université \(univ-amu.fr\)](https://www.univ-amu.fr/fr/system/files?file=2019-01/AMU-PE-20182022-OK-2019_0.pdf)

¹³⁶ [EUR | Aix-Marseille Université \(univ-amu.fr\)](https://www.univ-amu.fr/fr/system/files?file=2019-01/AMU-PE-20182022-OK-2019_0.pdf)

¹³⁷ [Instituts Convergences | Aix-Marseille Université \(univ-amu.fr\)](https://www.univ-amu.fr/fr/system/files?file=2019-01/AMU-PE-20182022-OK-2019_0.pdf)

¹³⁸ https://www.univ-amu.fr/fr/system/files?file=2019-01/AMU-PE-20182022-OK-2019_0.pdf

(150 étudiants par an). Ces stages peuvent durer jusqu'à cinq mois en L3 « science de la vie - physiologie génomique » (45 étudiants/an). Ils se font parfois de manière groupée (par groupe de trois étudiants en mécanique - 40 étudiants/an) pour pallier le manque de capacité d'accueil des laboratoires de recherche. La licence de chimie (180 étudiants/ans) propose en L3 un enseignement intitulé « projets expérimentaux pluridisciplinaires » comptant pour 4 ECTS.

Une offre de formation plus spécialisée est également proposée à des publics plus ciblés :

- les très bons étudiants : ils se voient proposer en première année une UE « labo in vivo » ou « pépite » selon les portails¹³⁹ consistant en une immersion en laboratoire d'une à deux demi-journées par semaine, complétée par une immersion de quinze jours pendant les vacances universitaires de second semestre. Cette UE concerne quarante étudiants. En outre, une trentaine d'étudiants de la mention physique et de la mention chimie sont concernés par un parcours renforcé financé dans le cadre du projet *Dream-U*¹⁴⁰ qui consiste en l'ajout de 18 ECTS, s'ajoutant aux 60 ECTS, d'un parcours de licence, permettant de proposer deux stages en L2 puis en L3 ainsi que des UE typées « recherche » dans le cadre des enseignements disciplinaires et des enseignements transversaux dispensés¹⁴¹ ;
- les étudiants bénéficiant d'un renforcement : les étudiants titulaires d'un baccalauréat général non scientifique ou d'un baccalauréat technologique peuvent s'inscrire en « année de mise à niveau scientifique » (AMNS) dans laquelle ils bénéficient d'une formation à la méthodologie du travail universitaire et de pédagogies actives. Environ 250 étudiants sont concernés chaque année.

Recommandation n° 5 : conforter dans l'offre de formation des établissements d'enseignement supérieur la place d'un enseignement explicite à la démarche scientifique ouvert à l'ensemble des publics étudiants, qui serait validé par des crédits ECTS.

Recommandation n° 6 : mutualiser (cours en ligne) les unités d'enseignement (UE) existantes relatives à la démarche scientifique et les valoriser en créant des diplômes d'université (DU) et/ou des diplômes interuniversitaires (DIU) intercycles. À cette fin, s'appuyer sur les vice-présidents sciences et société des universités pour cartographier ces UE pour chaque regroupement d'enseignement supérieur et de recherche (« sites de l'ESR »).

2.4.2. L'offre de formation à la démarche scientifique de l'enseignement supérieur cible encore insuffisamment les étudiants qui seront les décideurs politiques et les journalistes de demain

Au-delà de son caractère fragile, l'offre de formation à la démarche scientifique s'avère également partielle en ciblant insuffisamment des publics stratégiques pour lesquels la connaissance de la démarche scientifique constitue un enjeu démocratique important : les étudiants notamment en sciences politiques qui seront les décideurs de demain ainsi que ceux qui se destinent au métier de journaliste. Ces deux professions irriguent la société et s'ils sont conscients de l'importance de la formation à la démarche scientifique, ils pourront d'autant promouvoir les évolutions nécessaires de l'appareil de formation.

Les décideurs : une culture scientifique trop souvent incomplète lacunaire

L'insuffisante appropriation des enjeux scientifiques par les décideurs français a été maintes fois soulignée comme résultant d'une lacune de leur formation : en 2014, un rapport de l'Office parlementaire des choix scientifiques et techniques (OPCST) soulignait que « *la plupart des responsables politiques sont dépourvus de formation scientifique et de culture industrielle* » tout en rappelant que « *la discordance entre temps de l'action politique et temps de la recherche peut susciter parfois de l'incompréhension entre décideurs et communauté scientifique, surtout lorsque celle-ci estime que les décisions prises sont susceptibles de comporter de très sérieuses répercussions* »¹⁴².

¹³⁹ L'offre de l'UFR est présentée en trois portails : René Descartes (mathématique, informatique, mécanique, physique), Marie Curie (physique, chimie, sciences pour l'ingénieur, sciences et technologie) et Louis Pasteur (sciences de la vie, sciences de la vie et de la Terre, chimie, sciences sanitaires et sociales).

¹⁴⁰ <https://www.univ-amu.fr/fr/public/pia3-projet-dream-u>

¹⁴¹ <https://www.univ-amu.fr/fr/public/dream-u-unites-denseignement>

¹⁴² JP Leleux, M Ollivier (2014). Faire connaître et partager les cultures scientifique, industrielle et technologique : un impératif : <http://www.senat.fr/rap/r13-274/r13-2741.pdf>

Sur la base de ces constats, les initiatives se multiplient, qu'il s'agisse :

- de développer les passerelles entre les sphères administratives et le monde académique : c'est le cas par exemple du service scientifique commun de la Commission européenne¹⁴³ qui assure l'interface entre les politiques et la science, ou encore la convention de coopération scientifique et culturelle en novembre 2020 conclue entre la Cour des comptes¹⁴⁴ et le CNRS dans le but de concilier évaluation de l'action publique, au sens de s'assurer du bon emploi de l'argent public, et recherche. La mission indique également la création du pôle de sciences des données en février 2019 au sein de l'inspection générale des finances (IGF)^{145 146} destiné à fournir des réponses objectives à des questions complexes qui se posent au décideur public en prenant appui sur une science¹⁴⁷ des données de constitution récente ;
- d'institutionnaliser des instances académiques ayant vocation à « éclairer » la décision publique, telle la constitution d'un Conseil scientifique de l'éducation nationale¹⁴⁸ (CSEN) en 2018 composé de chercheurs de différents domaines¹⁴⁹. Sa mission consultative consiste à faciliter la prise en compte des apports de la recherche scientifique et la comparaison internationale dans les politiques éducatives. Le conseil scientifique Covid-19, composé de scientifiques mis en place le 10 mars 2020 permettant au gouvernement de disposer des dernières informations scientifiques afin de l'aider dans ses décisions. Il donne des avis sur l'état de la crise sanitaire et les mesures envisagées pour y faire face. Il a été officialisé par le décret du 3 avril 2020, sous le nom de comité de scientifiques constitué au titre de l'urgence sanitaire en application de la loi n° 2020-290 du 23 mars 2020 d'urgence pour faire face à l'épidémie de Covid-19 ;
- de renforcer la dimension scientifique de la formation des futurs dirigeants. L'institut national du service public¹⁵⁰ (INSP) promeut désormais une formation initiale à et par la recherche grâce à l'intervention d'enseignants-chercheurs et aussi de partenariats avec des établissements de l'ESR ;
- de renforcer la maîtrise scientifique des dirigeants : ainsi, l'Institut des hautes études pour la science et la technologie¹⁵¹ (IHEST) souhaite s'affirmer comme « *l'interlocuteur privilégié pour former les décideurs à la science* » selon sa directrice¹⁵². Le cycle de formation pour les décideurs publics¹⁵³ propose dans cette perspective une lecture des enjeux sociaux contemporains éclairée par les sciences¹⁵⁴.

¹⁴³ [Page d'accueil de la plateforme scientifique de l'UE \(europa.eu\)](#)

¹⁴⁴ [La Cour des comptes et le CNRS signent une convention de coopération et organisent leur premier colloque | CNRS](#)

¹⁴⁵ [Travailler au pôle Science des données \(finances.gouv.fr\)](#)

¹⁴⁶ [Offre_datascientist_2022_12_05.pdf \(finances.gouv.fr\)](#)

¹⁴⁷ La science des données est l'étude de l'extraction automatisée de connaissance à partir de grands ensembles de données. C'est un domaine interdisciplinaire qui utilise des techniques et des théories tirées de nombreux domaines dans le contexte des mathématiques, des statistiques, de l'informatique, de la théorie et des technologies de l'information. Elle est issue de l'apparition et du développement des bases de données et de l'Internet et répond aussi à la complexité croissante et au volume en croissance exponentielle du nombre de données numériques disponibles dans le monde (*infobésité*). Elle ne se limite pas à l'étude de bases de données (données massives) et l'essor de techniques d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle a également participé à la croissance de cette discipline et à son ouverture vers de nouveaux champs, comme par exemple l'analyse statistique de données qui met en correspondance ces bases de données avec des données textuelles.

¹⁴⁸ [Site officiel - Conseil scientifique de l'éducation nationale - Conseil scientifique de l'éducation nationale - Réseau Canopé \(reseau-canope.fr\)](#)

¹⁴⁹ Il est présidé par Stanislas Dehaene, professeur au Collège de France et titulaire de la chaire de psychologie cognitive depuis sa création et il est composé de 25 membres nommés pour une durée de cinq années dont la liste figure dans l'arrêté du 13 avril 2021 [Conseils, comités, commissions | Ministère de l'Education Nationale et de la Jeunesse](#)

¹⁵⁰ [Institut national du service public \(insp.gouv.fr\)](#)

¹⁵¹ [IHEST - Institut des Hautes Etudes pour la Science et la Technologie](#)

¹⁵² [L'IHEST veut s'affirmer comme interlocuteur privilégié pour la formation... \(aefinfo.fr\)](#)

¹⁵³ Promotion de 45 personnes sur un cycle de 35 jours de formation resserré sur 6 mois en 2023 au lieu de 10 avec un seul voyage d'étude au lieu de deux sur la thématique « individus, entreprises, territoires : habitabilité de la Terre et nouveaux modèles de société ? ».

¹⁵⁴ [RS5232 - Utiliser la démarche scientifique dans la prise de décision - France Compétences \(francecompetences.fr\)](#)

La montée des incertitudes liées aux crises à venir – épidémiques ou environnementales – plaide pour un renforcement de la sensibilisation des décideurs à la démarche scientifique : « *il ne s'agit pas d'en faire des experts scientifiques ; mais il faut les familiariser à la démarche scientifique et surtout avec les différences qui peuvent exister entre disciplines* » de manière à ce que les décideurs « *aient comme premier réflexe, non pas d'attendre de la science une vérité absolue, mais d'adopter une attitude interrogative : suivant le degré d'urgence, en allant chercher des données, en s'adressant à différents experts scientifiques, en menant des expérimentations, en faisant varier les regards disciplinaires sur une même problématique.* Bref, qu'ils aient face à ces problèmes mal structurés la même attitude que le scientifique devant une anomalie dans ses résultats »¹⁵⁵.

C'est pourquoi la mission regarde avec intérêt des initiatives telles que le projet du nouvel Institut d'études politiques de l'université Paris-Est-Créteil¹⁵⁶ qui devrait ouvrir à Fontainebleau à la rentrée 2023 avec un peu plus d'une soixantaine d'étudiants : il proposera des enseignements scientifiques (notamment en biologie et en informatique) à côté de ceux en sciences humaines et sociales¹⁵⁷.

Les journalistes : un besoin de formation accrue pour faire face au désordre informationnel

L'association des journalistes scientifiques de la presse d'information¹⁵⁸ (AJSPI) rappelle qu'il n'y a pas besoin de diplôme pour être journaliste alors que l'offre de formation est pléthorique. Deux cursus dominent pour devenir journaliste scientifique, la filière généraliste¹⁵⁹ qui forme des journalistes polyvalents qui peuvent se spécialiser en sciences comme en politique, et la filière spécialisée¹⁶⁰ qui s'adresse à un public déjà diplômé en sciences. S'ajoutent des formations en communication et médiation scientifiques qui permettent également de devenir journalistes scientifiques.

Aborder une question scientifique constitue un enjeu important et croissant, « *tant la science prend une place de plus en plus grande dans l'information des citoyens. Or de nombreux professionnels, lecteurs, auditeurs et téléspectateurs constatent des lacunes dans le traitement médiatique de ces questions : méconnaissance de la démarche scientifique, dérives vers l'information spectacle, parole donnée à des experts dont la reconnaissance des pairs n'est pas garantie* »¹⁶¹. Or, « *raconter une histoire accessible au grand public va souvent à l'encontre de la démarche scientifique dont la publication des résultats couronne un long processus* »¹⁶², ce qui entraîne des contraintes spécifiques pour le traitement journalistique de l'information scientifique : les journalistes doivent connaître les complexités (et les limites) de la démarche scientifique.

Pour autant, la mission relève qu'au-delà d'initiatives intéressantes telles que l'échange journaliste-chercheur (le chercheur passe une semaine dans une rédaction et, en échange, le journaliste va une semaine dans un laboratoire), il n'existe pas, à sa connaissance, de formations universitaires spécialement dédiées à

¹⁵⁵ H. Bergeron et O Borraz (2022). Les décideurs politiques devraient adopter une attitude scientifique :

<https://www.sciencespo.fr/cso/fr/content/les-decideurs-politiques-devraient-adopter-une-attitude-scientifique.html>

¹⁵⁶ Arrêté du 1er août 2022 portant création de l'Institut d'études politiques de l'université Paris-XII - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

¹⁵⁷ En 2023, un nouveau « Sciences Po » à Fontainebleau (lemonde.fr)

¹⁵⁸ [Se former au journalisme scientifique – AJSPI. L'AJSPI regroupe près de 300 membres.](#)

¹⁵⁹ Seulement quatorze formations de journalistes généralistes sont reconnues par la profession car elles reposent sur un lien privilégié établi avec milieu des journalistes professionnels.

¹⁶⁰ Trois masters forment au journalisme scientifique : le master journalisme de science, de l'École supérieure de journalisme (ESJ) de Lille, le master audiovisuel, journalisme et communication scientifique, de l'Université Paris-Cité, le parcours science santé environnement, de la seconde année du master de l'Institut de pratique du journalisme de l'université Paris Dauphine. Quatre autres masters : le master information, communication, parcours communication scientifique de l'université de Strasbourg, le master médiations des sciences de l'université Bordeaux-Montaigne, le master culture et communication, parcours médiations scientifiques, techniques patrimoniale de l'université de Toulouse et une licence science communication et journalisme de l'École W forment à la communication scientifique et permettent aussi de se diriger vers le journalisme.

¹⁶¹ Conseil de déontologie journalistique et de médiation (CDJM) (2022). Le traitement des questions scientifiques, décembre 2022 : https://cdjm.org/files/recommandations/recommandation_science.pdf

¹⁶² Agence Science-presse, blog de Serge Larivée, janvier 2016, <https://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/serge-larivée/2016/01/26/journalistes-scientifiques-nécessite>

la démarche scientifique, formations qui seraient d'autant plus nécessaires qu'il faudrait « *avoir une foi naïve pour croire que nécessairement les deux cultures journalistique et scientifique cohabitent sans tension* »¹⁶³.

Recommandation n° 7 : renforcer l'offre de formation en direction des futurs décideurs, des futurs journalistes et des scientifiques en incluant les problématiques méthodologiques, épistémiques et éthiques de la démarche scientifique. S'appuyer sur l'IHEST pour construire un tel module de formation. Inclure systématiquement cette formation dans l'offre de formation des écoles doctorales destinée aux étudiants en troisième cycle.

2.4.3. La nécessité de mieux faire connaître la réalité des pratiques de recherche et de validation des savoirs aux scientifiques eux-mêmes

La question de la culture scientifique des scientifiques a fait l'objet de nombreuses discussions¹⁶⁴ qui soulignent combien le besoin de distance critique par rapport à sa discipline constitue aujourd'hui une exigence forte de la formation des scientifiques, pour deux raisons principales.

En premier lieu, parce que les scientifiques sont davantage amenés à intervenir dans le débat public. Dans ce cadre, les formations à la prise de parole des chercheurs dans l'espace public sont assurées par des organismes de recherche et leurs unités, comme celle dispensée par l'UMR Entropie¹⁶⁵ au sein de l'École doctorale du Pacifique¹⁶⁶ ou celle du CNRS¹⁶⁷ qui vise à une maîtrise de la communication au sens large. La mission a noté également la formation à « ma thèse en 180 secondes » (MT180) qui attire les doctorants et facilite cet apprentissage de la communication au travers d'un concours ludique. Cet intérêt pour la communication des scientifiques dans la sphère publique a fait l'objet du colloque de juin 2022 de l'Office français d'intégrité scientifique (OFIS)¹⁶⁸ et a traité plus particulièrement de l'élaboration de principes partagés par les communautés de recherche. Ainsi, une formation à la prise de parole en public pourrait être généralisée et proposée en début de carrière aux enseignants-chercheurs au sein des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

En second lieu, parce que leurs choix scientifiques sont de plus en plus publiquement discutés et parfois mis en cause. Dans ce contexte sensible, les dérives éditoriales portant atteintes à l'intégrité scientifique¹⁶⁹, à la déontologie et à l'éthique qui ont été constatées, par exemple à l'occasion de la publication de travaux contestables portant sur des traitements de la Covid-19, contribuent à accroître la défiance dans les sciences. *A contrario*, la forte imbrication de la science et de la communication et la rapidité de circulation des informations sur les réseaux sociaux avant que les pairs aient eu le temps de valider ces informations, met en lumière le rôle primordial des questions éthiques. La présidente du Comité d'éthique du CNRS (COMETS) insiste sur la responsabilité des scientifiques et sur les règles de comportement propres à assurer « *une information scientifique rigoureuse, indépendante, dénuée de sensationnalisme, hiérarchisées et situées dans son contexte* »¹⁷⁰.

Désormais, les questions d'intégrité scientifique, d'éthique de la recherche, d'épistémologie et d'histoire des sciences font partie intégrante des formations dispensées aux doctorants dans les collèges doctoraux des universités. Il est ainsi significatif que les doctorants mettent en avant, au titre des principaux acquis de leur formation doctorale, des éléments qui ressortent clairement de la démarche scientifique au sens large, bien

¹⁶³ A. Khoudri (2022). La rencontre scientifique - journaliste, une hybridation hasardeuse es cultures professionnelles. Revue française des sciences de l'information et de la communication : <https://journals.openedition.org/rfsic/13600>

¹⁶⁴ Voir par exemple : JM. Lévy-Leblond (2018). La culture scientifique pour quoi faire ? La Pensée, 2018/4, <https://www.cairn.info/revue-la-pensee-2018-4-page-32.htm>

¹⁶⁵ UMR ENTROPIE Ecologie marine tropicale des océans pacifique et indiens (IRD, IFREMER, université de La Réunion et université de Nouvelle-Calédonie). [FORMATION Prise de parole en public pour les scientifiques : UMR ENTROPIE \(ird.nc\)](#)

¹⁶⁶ Module de 10 heures pour un public de doctorant.

¹⁶⁷ [Sygefor \(cnrs.fr\)](#)

¹⁶⁸ L'Office français d'intégrité scientifique. [Prises de parole des chercheuses et des chercheurs dans l'espace public | Hceres \(hceres.fr\)](#)

¹⁶⁹ Rapport IGÉSR n° 2020-084 - Les dispositifs de prévention en faveur de l'intégrité scientifique dans les établissements d'enseignement supérieur et de recherche - juin 2020

¹⁷⁰ [« Les chercheurs ont une responsabilité forte en matière de communication dans la sphère publique » | CNRS](#)

avant l'acquisition de méthodes ou de savoirs : « quand il leur est demandé sur quel plan les doctorants se transforment le plus pendant leur doctorat, il placent en premier rang les savoir-être professionnels personnels (créativité et capacité d'initiative, analyse, synthèse et esprit critique, approche réflexive et démarche critique, capacité à s'organiser ou à concevoir une démarche de recherche) de même que le développement de connaissances (spécifiques à leur domaine et culture scientifique élargie) »¹⁷¹. Les jeunes chercheurs de 2022 sont bien davantage formés aux enjeux épistémiques et éthiques de la démarche scientifique que leurs ainés.

Recommandation n° 8 : former les maîtres de conférences nouvellement recrutés à la prise de parole en public pour qu'ils apprennent à présenter leurs travaux de recherche notamment à des publics de non spécialistes.

3. La formation des enseignants du premier et second degré à la démarche scientifique – une préparation insuffisante

L'analyse des conditions concrètes d'enseignement de la démarche scientifique dans le domaine scolaire fait apparaître des lacunes dans la formation, initiale et continue, des enseignants. Ces insuffisances sont de nature et d'origine différentes pour les professeurs du premier degré et du second degré et sont analysées successivement.

3.1. La formation des enseignants du premier degré

La formation des élèves à la démarche scientifique dans le premier degré connaît les mêmes difficultés que celles de l'enseignement de sciences et de technologie, déjà abordées dans ce rapport (cf. supra, paragraphe 1.1.1). En particulier, un récent rapport de l'IGÉSR¹⁷² a mis en évidence la grande fragilité pédagogique et didactique des enseignants du premier degré dans le domaine scientifique et technologique. Cette fragilité trouve son origine dans l'inconfort que les enseignants ressentent vis-à-vis des sciences.

3.1.1. La plupart des professeurs des écoles sont mal à l'aise avec les sciences

Les professeurs des écoles français s'estiment moins à l'aise dans l'enseignement des sciences que leurs collègues européens. L'enquête TIMSS 4 de 2015¹⁷³ a par exemple montré que 47 % d'entre eux déclarent se sentir à l'aise pour expliquer les concepts ou les principes scientifiques en faisant des expériences, contre 62 % en moyenne européenne. Dans la même enquête, ils sont encore moins nombreux à s'estimer à l'aise pour proposer un travail plus complexe aux élèves qui réussissent le mieux (18 % des enseignants français pour 53 % en moyenne européenne) et pour améliorer la compréhension des sciences des élèves en difficulté (45 % des enseignants français pour 68 % en moyenne européenne).

Plusieurs explications peuvent être invoquées pour comprendre ce malaise.

La grande majorité des professeurs des écoles ont une formation universitaire hors du domaine des sciences

Les données sur la licence d'origine des étudiants inscrits en première année de master MEEF premier degré sur les trois dernières années (2018-2019 ; 2019-2020 ; 2020-2021) montrent le faible nombre de profils scientifiques parmi les étudiants s'orientant vers le professorat des écoles : ils sont entre 13 et 14 % à avoir obtenu une licence relevant du domaine des sciences, alors que les trois quarts de ces étudiants ont obtenu une licence de lettres, langues ou SHS¹⁷⁴.

Dans l'enquête CEDRE, 60 % des professeurs des écoles déclarent n'avoir pas reçu de formation continue en sciences depuis plus de cinq ans. L'enquête TIMSS 4, en 2019, confirme cette observation : les trois quarts

¹⁷¹ Réseau national des collèges doctoraux (2022). Le doctorat en France. Regards croisés sur la formation doctorale : https://drive.google.com/file/d/1OYZ-MSHqa3aoby8_KeHGfnohDJKVNpj/view

¹⁷² Rapport IGÉSR N°2022-048 - L'enseignement en cours moyen : état des lieux et besoins – avril 2022

¹⁷³ Note d'information MENESR-DEPP n° 16.33 - Novembre 2016 : « TIMSS 2015 mathématiques et sciences. Évaluation internationale des élèves de CM1 »

¹⁷⁴ Notes Flashes du SIES : n° 14 - juin 2022. Stabilité des effectifs en INSPÉ en 2021-2022 ; n° 12 - juin 2021. Ralentissement de la baisse des effectifs en INSPÉ en 2020-2021 ; n° 9 - mai 2019. Les effectifs en ESPE en 2018-2019.

des élèves français ont un enseignant qui n'a participé à aucune formation dans le domaine scientifique au cours des deux années écoulées, comme cela était le cas en 2015. Pour les sciences, la formation continue demeure ainsi la plus limitée des pays de l'Union européenne.

Les sciences et technologie sont optionnelles au concours de recrutement de professeurs des écoles

Depuis 2014, les sciences et technologie sont optionnelles au concours de recrutement de professeurs des écoles (CRPE). Jusqu'en 2022, elles faisaient partie des domaines aux choix (sciences et technologie, histoire, géographie, histoire des arts, arts visuels, éducation musicale, enseignement moral et civique, langues vivantes étrangères) pour l'une des épreuves orales d'admission. Environ 40 % des candidats au concours choisissaient les sciences et la technologie à l'oral¹⁷⁵.

Depuis 2022, une épreuve pratique parmi trois domaines au choix (histoire-géographie - enseignement moral et civique (EMC) ; arts et histoire des arts ; sciences et technologie) a été ajoutée aux épreuves écrites d'admissibilité du concours de recrutement des professeurs des écoles (CRPE). En 2022, 39 % des candidats ont choisi le domaine des sciences et technologie (données DGRH). La stabilité du choix des candidats pour les sciences et technologie dans l'ancienne et la nouvelle modalité d'épreuves indique que celles-ci ne rebutent pas les candidats, même de formation non scientifique.

Les données des enquêtes CEDRE et TIMSS sont confirmées par différents rapports, tels que celui de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies sur la pratique et la formation en sciences et technologie des professeurs de l'école primaire¹⁷⁶, ou les rapports IGÉSR sur l'état de la discipline physique-chimie et sur l'enseignement en cours moyen déjà cités.

Un volume horaire d'enseignement scientifique très insuffisant pour remplir les besoins de formation d'étudiants non spécialistes en sciences ou technologie.

Dans le questionnaire envoyé par la mission aux directeurs d'INSPÉ¹⁷⁷, tous déplorent le faible volume horaire disponible pour la formation des étudiants en MEEF premier degré dans le domaine des sciences et technologie. Sur le minimum de 160 h prévues, en partie, pour le développement de la polyvalence par l'arrêté du 27 août 2013¹⁷⁸, les INSPÉ réservent un horaire moyen de l'ordre de 40 h à la formation en sciences et technologie sur les deux années de formation (cette donnée varie selon les INSPÉ interrogés de 18 h à plus de 60 h).

La mission estime également que ce volume horaire est très insuffisant pour, à la fois, enseigner des éléments de didactique des sciences adaptée aux enfants et faire acquérir des connaissances de contenus scientifiques à des étudiants qui, pour la plupart proviennent de licences où la science et la technologie occupent une place inexisteante ou très limitée. Ceux-ci présentent d'importantes lacunes scientifiques¹⁷⁹ qu'ils n'ont pas le temps de combler durant la préparation de leur master MEEF premier degré.

Quels que soient les efforts, bien réels, des INSPÉ pour former leurs étudiants aux sciences, ce constat reste incontournable : le temps de formation est insuffisant pour combler le déficit de connaissances scientifiques des étudiants et pour leur permettre de consolider leur compréhension concrète de la démarche scientifique en s'appuyant sur des savoirs maîtrisés.

La structuration actuelle de la formation des professeurs des écoles et le cadre national des formations dispensées au sein des masters MEEF laissent peu de place à une évolution de cette situation : la formation des professeurs des écoles doit répondre en peu de temps à de multiples enjeux tout aussi essentiels que la

¹⁷⁵ Dominique Obert et Laurent Mayet (2019) (rapport n° 2019-070). IGÉSR. [n° 2019-070 - État de la discipline physique-chimie : bilan et perspectives – Juin 2021](#)

¹⁷⁶ Rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies - [science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens](#) - novembre 2020.

¹⁷⁷ Cf. annexe 8.

¹⁷⁸ L'arrêté du 27 août 2013 modifié par l'arrêté du 24 juillet 2020 fixe dans ses annexes un minimum de 20 % du temps de formation consacré à la polyvalence en master MEEF premier degré, pour un volume total de 800 h de formation.

¹⁷⁹ Dans le sondage réalisé par la mission, tous les directeurs d'INSPÉ répondent « oui » à la question : « Constatez-vous un déficit de compétences en sciences et technologie des étudiants de MEEF 1D ? ».

formation à la démarche scientifique, notamment dans les domaines des savoirs « fondamentaux » comme les mathématiques et le français.

La mission est ainsi parvenue aux mêmes conclusions que le récent rapport de l'IGÉSR consacré à la formation initiale des professeurs des écoles en France¹⁸⁰ : une solution réaliste au défaut de formation en sciences et en technologie en MEEF premier degré ne peut s'inscrire que dans un cadre repensé laissant le temps nécessaire à une formation réellement polyvalente. Un cursus spécifique en cinq ans devrait permettre de laisser une place plus significative au développement de la polyvalence, notamment dans les domaines scientifiques et technologiques.

Recommandation n° 9 : mettre en place un cursus dédié à la formation des professeurs des écoles, en cinq ans, commençant immédiatement après les études secondaires, dans lequel les sciences et la technologie pourraient trouver une place plus en adéquation avec les enjeux qu'elles portent, notamment en ce qui concerne la formation à l'éducation à la démarche scientifique.

La marge de manœuvre concernant la formation continue des professeurs des écoles en sciences et technologie est étroite

La priorité donnée depuis 2017 à la maîtrise des fondamentaux a conduit à un renforcement de la formation continue des enseignants français et mathématiques, avec la mise en œuvre du Plan mathématiques à partir de 2018, puis du Plan français à partir de 2020. Les 18 heures d'animation pédagogique obligatoires ont également été recentrées sur le français et les mathématiques^{181 182} : entre 2018 et 2020, ces 18 h ont été dédiées pour moitié au français et pour moitié aux mathématiques. Depuis 2021, pour les enseignants qui ne participent pas aux Plans mathématiques ou français, 6 heures sont consacrées respectivement au français et aux mathématiques et 6 autres sont laissées au choix des circonscriptions. Comme le souligne le rapport de l'académie des sciences¹⁸³, cela a « *a eu un impact fort sur le nombre de journées stagiaires pour les autres disciplines et domaines* », en particulier les sciences et la technologie.

La formation continue dans le premier degré est concentrée sur des axes considérés comme prioritaires : les fondamentaux mathématiques et français, respect de la laïcité et des valeurs de la République ou encore la lutte contre le harcèlement.

La mission note cependant qu'à la faveur du lancement d'un « Plan sciences et technologie à l'école primaire » par le ministre en charge de l'éducation nationale Jean-Michel Blanquer en février 2022, désormais devenu « renforcement de l'enseignement de sciences et technologie à l'école primaire », un réseau d'inspecteurs « référents sciences et technologie » (académiques et départementaux) a été mis en place en 2022, piloté et animé par la DGESCO, avec l'appui de l'IGÉSR¹⁸⁴. Il bénéficie d'une action de formation au plan national de formation, avec l'objectif de renforcer dans les territoires, les actions de formation des professeurs des écoles, le partage de ressources et les actions partenariales, via la mobilisation de la communauté scientifique, en faveur du développement des sciences et technologie à l'école primaire, ce qui sert indirectement la formation à la démarche scientifique.

¹⁸⁰ Rapport IGÉSR. La formation initiale des professeurs des écoles en France : une évolution nécessaire à l'aune des standards européens, un enjeu pour la réussite des élèves, *op. cit.*

¹⁸¹ Courrier du 26 mars 2018 du DGESCO aux recteurs d'académie, IA-DASEN, IEN adjoints aux IA-DASEN, aux IEN ayant pour objet : La formation continue des professeurs des écoles dans le cadre des 18 h d'animation pédagogique à la rentrée 2018.

¹⁸² Courrier du 5 mars 2020 du DGESCO aux recteurs d'académie et IA-DASEN ayant pour objet : Transformer dès la rentrée 2020 la formation continue des professeurs des écoles en français et en mathématiques.

¹⁸³ Rapport de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies - [science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens](#) - novembre 2020.

¹⁸⁴ Courrier du 25 mars 2022 du DGESCO aux recteurs d'académie et IA-DASEN ayant pour objet : Plan sciences et technologie : désignation du coordonnateur académique et des IEN référents départementaux.

3.1.2. La formation à la démarche scientifique des étudiants en INSPÉ : un enjeu jugé important et des objectifs de formation variés

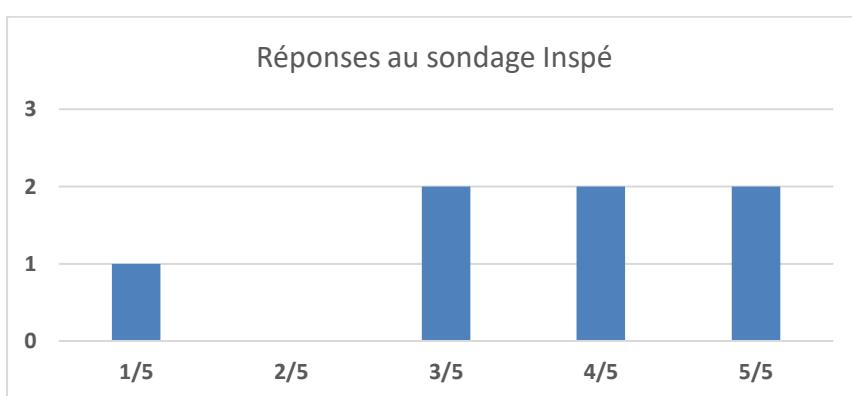
La majorité des candidats au concours de recrutement des professeurs des écoles étant formés dans les INSPÉ¹⁸⁵, la mission a souhaité analyser les conditions concrètes de la formation à la démarche scientifique au sein des INSPÉ. À cette fin, plusieurs équipes de direction, des professeurs et des étudiants en INSPÉ ont été rencontrées. Par ailleurs, un questionnaire a été envoyé aux directeurs d'INSPÉ¹⁸⁶, auquel huit ont répondu.

En tant que telle, la démarche scientifique est un enjeu jugé important en Inspé, qui dépasse le seul enseignement des sciences

Les représentants d'INSPÉ rencontrés ou interrogés par sondage estiment majoritairement que la formation des professeurs des écoles à la démarche scientifique est un enjeu important¹⁸⁷.

Graphique n° 6 : Sondage réalisé auprès des directeurs d'INSPÉ

Réponses à la question : « L'enseignement de la démarche scientifique est-il considéré au sein de l'INSPÉ comme un enjeu de formation important ? » (échelle : de 1 pas important à 5 très important)



Dans le cadre des master MEEF premier degré, cette formation est présente dans des unités d'enseignement (UE) assez diverses :

- UE consacrées aux sciences et technologie et de didactique des sciences ;
- UE d'initiation à la recherche ;
- UE en lien avec l'éducation au développement durable ;
- UE transversales liées à l'esprit critique, à l'éducation inclusive...

Cette diversité est *a priori* un facteur favorable pour élargir la conception que les étudiants se font de la démarche scientifique et pour leur permettre de situer les enjeux de cette formation en dehors des domaines scientifique ou technologique. Elle présente cependant l'inconvénient que la démarche scientifique n'y est pas toujours un objectif de formation identifié, y compris dans les unités d'initiation à la recherche (cf. infra), qui mettent l'accent sur les sciences de l'éducation, sans réellement questionner la démarche scientifique en elle-même. Le cadre national des formations dispensées en master indique notamment dans l'axe de formation « Pratique réflexive et recherche » l'objectif : « (...) *identification d'outils permettant d'identifier*

¹⁸⁵ Note d'information MENJ-DEPP, [n° 22.36 - profil des admis aux concours enseignants 2021 du premier degré et du second degré, décembre 2022](#)

Les étudiants en INSPÉ représentent 52 % des lauréats du CRPE et les étudiants hors INSPÉ seulement 4,6 % : 92 % des étudiants lauréats du CRPE viennent d'un INSPÉ.

¹⁸⁶ Cf. annexe 8.

¹⁸⁷ À la question : « L'enseignement de la démarche scientifique est-il considéré au sein de l'INSPÉ comme un enjeu de formation important (1 pas important et 5 très important) ? », le score moyen est de 3,57.

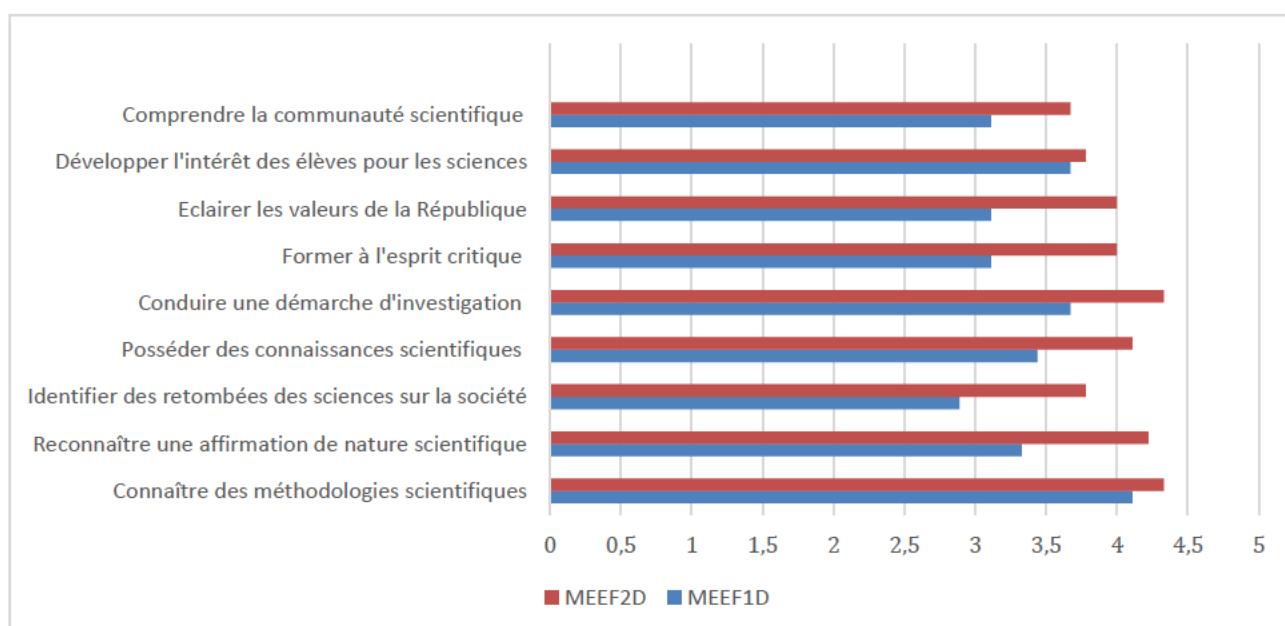
les travaux des recherches susceptibles de permettre de questionner et d'améliorer en continu la pratique professionnelle »¹⁸⁸.

Les objectifs donnés à la formation des étudiants en master MEEF à la démarche scientifique sont marqués par les préoccupations méthodologiques, par la préparation à la démarche d'investigation et par l'utilisation de cette démarche pour motiver les élèves pour les sciences

La mission a interrogé les INSPÉ¹⁸⁹ sur les objectifs donnés à la formation à la démarche scientifique des étudiants. Les réponses sont résumées dans le graphique n° 7 ci-dessous.

Même si ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs, ils indiquent quelques tendances intéressantes, qui seraient à vérifier dans des enquêtes plus larges. Dans le cas des master MEEF premier degré, l'importance accordée à la formation aux aspects méthodologiques de la démarche scientifique et à la démarche d'investigation est notable. À l'inverse, l'identification des retombées des sciences sur la société est plus rarement mentionnée.

Graphique n° 7 : Sondage réalisé auprès des directeurs d'INSPÉ - Réponses, pour les master MEEF premier et second degré à la question : « Parmi les affirmations suivantes, appliquez un score. Vos objectifs de formation dans le domaine de la démarche scientifique pour les étudiants du master MEEF 1D (et 2 D) sont (voir liste sur le graphique) (note de 1 à 5 en fonction de vos objectifs ; de 1 pas important à 5 très important) »



3.1.3. Une presque exclusivité est réservée à la démarche d'investigation dans la formation des futurs professeurs des écoles, de plus insuffisamment préparés à la mobilisation de partenaires extérieurs

L'approche pédagogique de la démarche d'investigation a pour ambition d'amener l'élève à être acteur de la construction de ses apprentissages par une mise en activité autour de thèmes scientifiques menant à l'émission d'hypothèses validées ou réfutées par le dialogue ou par l'expérimentation^{190 191}. Cette pédagogie permet d'initier les enfants à certaines procédures scientifiques tout en permettant, par des moments où l'enseignant reprend la main, d'installer les notions que les enfants ne peuvent découvrir par eux-mêmes. Si

¹⁸⁸ Annexe à l'arrêté du 27 aout 2013 fixant le cadre national des formations dispensées au sein des masters métiers de l'enseignement, de l'éducation, et de la formation, p. 20.

¹⁸⁹ Cf. annexe 8.

¹⁹⁰ W. Harlen (2021). The case for Inquiry-Based Education (IBSE). Interacademic partnership, novembre 2021 ; traduit de l'anglais par Pierre Léna, Bulletin de l'Union des Physiciens, Vol. 111, mars 2022.

¹⁹¹ P. Léna (2018). La pédagogie d'investigation et l'enquête PISA 2015. Bulletin de l'Union des Physiciens, Vol. 112, janvier 2018.

elle est bien menée par l'enseignant, ce qui demande un haut niveau d'expertise, cette approche constitue une bonne initiation à la démarche scientifique.

La démarche d'investigation, une modalité d'enseignement des sciences et de la démarche scientifique qui fait débat

En France, la démarche d'investigation a été mise en avant par La main à la pâte en 1996. Elle figure dans le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (PRESTE) en 2000¹⁹² : « *Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel (...). Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de La main à la pâte sont essentiels (...) ; c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique* ». Un des objectifs visés était notamment de faire face à la désaffection des jeunes¹⁹³ pour les études scientifiques et techniques qui pourrait, à plus long terme, nuire au développement scientifique, technologique et économique du pays.

La démarche d'investigation (DI) a été introduite dans les programmes des sciences expérimentales et des mathématiques de l'école en 2002 et s'inscrit dans le contexte international plus large de l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation (« *Inquiry-Based Science Education* »)¹⁹⁴.

Encadré n° 6 : les ambiguïtés du terme « investigation »

Dans un rapport relatif à l'enseignement des sciences en Europe¹⁹⁵, et contemporain de la généralisation de la démarche d'investigation dans les différents systèmes éducatifs européen, le réseau Eurydice souligne le manque de clarté terminologique : « *le terme "investigation" est très employé dans l'enseignement des sciences. Il fait pourtant référence à au moins trois catégories d'activités distinctes : ce que les scientifiques font (par exemple, mener des investigations selon des méthodes scientifiques), comment les élèves apprennent (par exemple, en investiguant un problème ou un phénomène par la réflexion et l'action, souvent à l'image des processus employés par les scientifiques), et une approche pédagogique adoptée par les enseignants (par exemple, élaborer ou suivre des curricula qui permettent des investigations poussées)* ».

Elle s'inscrit dans la lignée des activités d'éveil qui ont remplacé la leçon de choses. Il s'agit, lors de ces activités, d'enseigner les sciences en mettant l'élève dans une situation qui se veut proche de celle du chercheur¹⁹⁶.

Un des objectifs de la démarche d'investigation est de rendre l'enseignement des sciences plus dynamique et concret, plus motivant pour les élèves. Les tâches sont supposées être plus ouvertes et diverses et conduisent à une activité cognitive plus grande et par conséquent confèrent plus d'autonomie aux élèves que lors de cours où le professeur leur expose lois et théories : ils sont supposés devenir ainsi acteurs de la construction des connaissances et des compétences. L'efficacité de la démarche pour la formation des élèves en sciences fait l'objet d'un débat mondial, depuis les résultats de l'enquête PISA 2015¹⁹⁴.

Cette pédagogie s'inscrit dans une approche socio-constructiviste de l'apprentissage. En effet, comme expliqué dans le rapport *The Case for Inquiry-based Science Education (IBSE)* de Wynne Harlen et synthétisé en français par Pierre Lena¹⁹⁷ : « *Le développement de la compréhension par investigation s'accorde avec une vision de l'apprentissage comme un processus dans lequel les apprenants donnent un sens à une nouvelle expérience en utilisant leurs idées existantes, c'est-à-dire une vision constructiviste de l'apprentissage. Mais*

¹⁹² Ministère de l'éducation : Bulletin Officiel de l'Éducation nationale BO n° 23 du 15 juin 2000 - Enseignement élémentaire et secondaire

¹⁹³ Rapport Rocard : [Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe](#), 11 juin 2007.

¹⁹⁴ Wynne Harlen (2011). The InterAcademy Partnership (IAP) : The Case for Inquiry-based Science Education (IBSE), novembre 2011.

¹⁹⁵ L'enseignement des sciences en Europe : politiques nationales, pratiques et recherche (2011) :

<https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/bae53054-c26c-4c9f-8366-5f95e2187634>

¹⁹⁶ Cf. annexe 4.

¹⁹⁷ Pierre Lena (2022). Les arguments en faveur d'un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Revue de l'Union des professeurs de physique et de chimie, Vol. 116 - mars 2022, (traduction du texte de Wynne Harlen).

les conceptions actuelles de l'apprentissage vont plus loin, en reconnaissant que l'apprentissage n'est pas seulement une affaire individuelle, mais qu'il implique une interaction sociale avec d'autres personnes dans laquelle la compréhension se développe d'une manière décrite comme socio-constructiviste ».

La démarche d'investigation est l'approche pédagogique enseignée de façon dominante en INSPÉ, mais elle s'avère difficile à mettre en œuvre par les professeurs non spécialistes en sciences

Les directeurs d'INSPÉ ayant répondu à l'enquête sont unanimes : tous déclarent préparer les étudiants à utiliser en classe la démarche d'investigation pour l'enseignement de sciences et technologie.

Il s'avère pourtant que cette pédagogie est très exigeante pour l'enseignant. Celui-ci doit en effet parfaitement maîtriser la dimension scientifique du sujet abordé, bien au-delà de ce qui est attendu des élèves, car il doit être capable de répondre à des questions imprévues, de conduire un dialogue avec les élèves et d'amener ce dialogue vers une institutionnalisation des notions visées. Certains enseignants peuvent éprouver une certaine insécurité face à ce scénario ouvert. Ils peuvent redouter que la situation leur échappe notamment dans le cas où les élèves envisagent des expériences en partant dans des directions qu'ils n'ont pas prévues, qu'ils ne souhaitent pas ou qu'ils ne maîtrisent pas.

Les étudiants en master MEEF premier degré rencontrés par la mission et certains de leurs formateurs reconnaissent que la pédagogie par démarche d'investigation pose d'importantes difficultés. Malgré cela, la majorité des formateurs rencontrés y restent très fortement attachés et récusent d'emblée, lorsque la mission les interroge explicitement sur ce point, toute forme d'enseignement plus vertical. D'autres approches, comme celle de la démarche explicite¹⁹⁸, combinent de façon plus aisément gérable par l'enseignant, une mise en action des élèves autour d'activités expérimentales et l'explicitation de contenus par l'enseignant.

Sans se prononcer sur les mérites formatifs de la démarche d'investigation, de l'approche explicite, voire de l'approche OHERIC¹⁹⁹ ou de toute autre approche, la mission estime que d'autres modèles pédagogiques que celui de la démarche d'investigation devraient également être présentés aux étudiants en master MEEF premier degré, dans le but de faciliter leur mise en œuvre par des enseignants aux connaissances fragiles dans les domaines des sciences et des technologiques. L'examen des mérites comparés de ces différentes méthodes pourrait également servir de support concret à une formation à la démarche scientifique des futurs professeurs des écoles.

La mise en avant quasi exclusive de cette pédagogie d'enseignement des sciences va de plus à l'encontre d'une recommandation du cadre national des formations dispensées en master MEEF qui précise²⁰⁰ dans le paragraphe consacré aux « Situations et modalités de formation » que la « *formation en master MEEF doit proposer [la] présentation, [l']expérimentation, [l']analyse et [l']évaluation d'une diversité de méthodes pédagogiques, concrètes et opérationnelles au regard des objectifs visés et des résultats obtenus* ».

Recommandation 10 : présenter en INSPÉ des approches pédagogiques diverses de l'enseignement des sciences et de la démarche scientifique.

La préparation des futurs enseignants aux partenariats avec les acteurs de la sensibilisation à la démarche scientifique doit être mieux prise en compte

Comme cela est développé dans la partie 4 de ce rapport, la mission recense une constellation de structures et de personnes-ressource pour mener des actions de sensibilisation à la démarche scientifique dans les classes (et former les enseignants tout au long de la vie) : fondation La main à la pâte, Savanturiers-École de la recherche, les opérateurs de l'enseignement supérieur et de la recherche (universités, écoles d'ingénieurs, CNRS...). Si une part de ces acteurs sont connus des enseignants, les outils, les actions et les supports pédagogiques qu'ils proposent ne sont pas identifiés dans le détail par une majorité d'enseignants. Au-delà

¹⁹⁸ [Synthèse du CSEN - l'enseignement explicite : de quoi s'agit-il, pourquoi ça marche et dans quelles conditions ? - 2022](#)

¹⁹⁹ Méthode OHERIC (Observation, hypothèse, expérience, résultats, interprétation, conclusion) à qui on reproche parfois de dénaturer l'apprentissage scientifique en le réduisant à une sorte de recette de cuisine et qui laisse de côté les aspects liés à l'inventivité de l'enfant (se référer aux travaux de Laurent Dubois, enseignant chercheur à l'université de Genève), cf. annexe 4.

²⁰⁰ Annexe à l'[arrêté du 27 août 2013 fixant le cadre national des formations dispensées au sein des masters « métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation »](#) - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

du renforcement de la formation aux sciences et à la démarche scientifique, il apparaît également nécessaire de former les futurs enseignants, surtout dans le premier degré, à inclure et bénéficier du soutien et du partenariat des acteurs de la culture scientifique et technique.

Les réponses au sondage réalisé auprès des directeurs d'INSPÉ indiquent que trois INSPÉ sur les sept qui ont répondu à cette question déclarent ne pas préparer les futurs professeurs des écoles à établir des partenariats extérieurs dans le cadre de leurs enseignements de sciences et technologie.

Le partenariat, parfois considéré comme une forme d'externalisation (sinon de sous-traitance) compensant le manque d'appétence ou de compétence de certains enseignants, peut être vu comme une occasion d'installer une culture de fonctionnement d'une école ouverte à des acteurs reconnus. La formation aux partenariats facilitera l'inclusion des interventions dans une scénarisation et une progression plus large, rendant plus « utiles » ces interventions qualitatives du point de vue de l'acquisition de connaissances et de compétences pour les élèves. Parallèlement, il apparaît nécessaire de faciliter le travail d'identification des partenaires par le renforcement de leur recensement et la mise en ligne des supports pédagogiques à destination de tous les enseignants dans tous les territoires, ce qui est en cours de réalisation par la DGESCO, dans le cadre du « renforcement de l'enseignement de sciences et technologie à l'école primaire.

Un argumentaire analogue peut être développé pour le second degré ; la recommandation ci-dessous vaut donc pour les masters MEEF premier et second degré.

Recommandation n° 11 : former les futurs enseignants au montage de partenariats profitables aux apprentissages.

3.2. La formation initiale des enseignants du second degré

Les enseignants du second degré sont recrutés par les concours de l'agrégation, du CAPES, du CAPEPS, du CAPET et du CAPLP²⁰¹. Les enseignants recrutés par le biais du CAPES représentent l'effectif le plus nombreux (environ 59 % du total des lauréats des concours externes, devant celui des agrégés qui représente environ 16 %). De plus, parmi les lauréats du CAPES, près des trois quarts des étudiants (73 %) ont préparé leur concours dans le cadre d'un master MEEF second degré, en INSPÉ. La mission a donc limité ses analyses à la formation à la démarche scientifique des enseignants du second degré telle qu'elle est dispensée en master MEEF second degré. Les lauréats du CAPES n'ayant pas suivi de master MEEF ont une formation à la démarche scientifique très diverse qui dépend du master spécialisé qu'ils ont suivi avant le recrutement et qui a été analysée dans la partie 2. Un objectif de formation pratiquement absent du cadre national des masters MEEF du second degré, y compris dans les objectifs assignés à l'initiation à la recherche.

Pas plus que dans le cas des masters MEEF du premier degré, l'objectif de formation à la démarche scientifique n'apparaît pas explicitement dans l'annexe à l'arrêté du 27 août 2013 modifié par l'arrêté du 24 juillet 2020 fixant le cadre national des formations dispensées au sein des masters MEEF du second degré.

De fait, en dehors des unités de formation à la recherche, peu d'UE spécifiquement dédiées à la démarche scientifique sont mises en place dans les parcours de préparation aux différentes disciplines du CAPES. En dehors des UE de recherche et des unités de didactique disciplinaire dans les parcours scientifiques, deux UE explicitement dédiées à la démarche sont citées par les directeurs d'INSPÉ interrogés (« Méthodologies en sciences de l'éducation » et « Épistémologie et histoire des sciences »). La formation à la démarche scientifique semble donc le plus souvent rencontrée dans les contextes disciplinaires des sciences ou, de façon implicite, dans le cadre du travail de recherche.

Il convient d'ailleurs de noter que cet objectif de formation à la démarche scientifique n'est pas explicitement mentionné dans l'arrêté du 27 août 2013. Dans l'axe de formation « Pratique réflexive et recherche »²⁰², les objectifs assignés à l'initiation à la recherche sont « *d'acquérir ou de renforcer des compétences (curiosité,*

²⁰¹ CAPES : certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré ; CAPEPS : certificat d'aptitude au professorat d'éducation physique et sportive, CAPET : certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement technique, CAPLP : concours d'accès au corps des professeurs de lycée professionnel.

²⁰² Annexe à [l'arrêté du 27 août 2013 fixant le cadre national des formations dispensées au sein des masters « métiers de l'enseignement, de l'éducation, et de la formation »](#)

recul réflexif, rigueur, prise en compte de la complexité) soutenant l'acquisition des connaissances et le développement professionnel tout au long de la carrière ». La seule référence à la science dans ce texte se trouve, très discrète, parmi l'un des items censés indiquer comment « Former la capacité à questionner, individuellement et collectivement sa pratique ». Le seul item, parmi les cinq proposés, qui puisse être mis en relation avec la notion de démarche scientifique est « Outilage et clés de compréhension des méthodes de recherche pour actualiser les connaissances scientifiques, didactiques, pédagogiques et éducatives. »²⁰²

Cette relative discréption montre que, dans le cadrage national, la formation à la démarche scientifique n'est pas une priorité. Même dans le cadre de l'initiation à la recherche, qui doit, comme pour les master MEEF premier degré, occuper au minimum 15 % de l'horaire de formation (soit 120 h), la formation à la démarche scientifique n'est considérée dans le cadrage national que comme un objectif parmi d'autres.

Lorsque les directeurs d'INSPÉ sont interrogés sur l'existence d'unités d'enseignement consacrées explicitement à la démarche scientifique, il est étonnant que seulement quatre sur les huit mentionnent les unités consacrées à la formation à la recherche ou le travail sur le mémoire. Il ne faut évidemment pas tirer de cette observation une généralité statistique ; elle confirme cependant que le travail de recherche n'est pas systématiquement mis à profit pour installer ou renforcer la notion de démarche scientifique chez les étudiants, alors que pour les étudiants des parcours non scientifiques, le travail de recherche est le plus souvent la seule occasion d'être exposée à la démarche scientifique, puisqu'il n'en est pas ou peu fait mention dans leurs enseignements disciplinaires. Les étudiants des parcours scientifiques ont pour leur part la possibilité de rencontrer ce concept dans le cadre de leurs enseignements disciplinaires, souvent complétés par des unités à vocation épistémologique explicite.

Si, comme la mission l'estime, il est souhaitable qu'au niveau scolaire la notion de démarche scientifique ne se limite pas à quelques disciplines dites « scientifiques », il est important de commencer par former les étudiants des parcours non scientifiques à cette démarche et le travail de recherche est *a priori* un bon levier pour cela.

La mission relève avec intérêt, dans certains INSPÉ, des initiatives très intéressantes allant dans ce sens, prouvant qu'il est possible de renforcer explicitement la compréhension de la démarche scientifique par une initiation à la recherche pour des étudiants provenant de parcours variés. L'un de ces exemples est décrit dans l'encadré n° 7²⁰³.

Encadré n° 7 : un exemple de formation explicite à la démarche scientifique avec l'unité d'initiation et de formation à la recherche « *Psychologies des apprentissages : fonctionnement et développement cognitif chez les élèves ordinaires, en difficultés ou atteints de troubles* » proposé en première année du master MEEF de l'INSPÉ de Créteil en 2019-2020

L'objectif de cette initiation est d'acquérir des connaissances en psychologie cognitive sur une thématique particulière, afin de construire des situations pédagogiques adaptées aux élèves. Il s'agit de former les étudiants à la méthodologie expérimentale pour comprendre son importance en matière d'éducation. L'unité s'étend sur deux années, durant lesquelles les étudiants apprennent à rechercher des informations pertinentes possédant un niveau de preuve suffisant, à construire des protocoles et à interpréter leurs résultats.

Pendant la première année, les étudiants doivent lire des travaux en lien avec la thématique choisie, identifier la pertinence des sources, et acquérir un socle de connaissances scientifiques sur un thème. Ils doivent effectuer une revue des travaux et fournir un modèle de plan détaillé pour ce qu'ils doivent écrire, en s'appuyant sur un guide méthodologique de rédaction des différentes parties du mémoire.

Pendant la deuxième année, ils doivent formuler une hypothèse et sont accompagnés pour élaborer un protocole expérimental à utiliser au sein de leur classe permettant de la valider ou de l'infirmer. Les étudiants reçoivent un cours de statistiques pour leur apprendre à traiter leurs données, le cas échéant sur de petits échantillons, et rendent leur mémoire en fin d'unité avant de soutenir oralement leur travail.

²⁰³ L'unité d'enseignement citée dans l'encadré est en fait destinée à des étudiants du master MEEF premier degré, mais elle fournit un exemple qui pourrait aisément être adapté à des étudiants de master MEEF deuxième degré, quel que soit leur parcours.

Cette formation développe la compréhension de la démarche scientifique dans toutes ses dimensions : connaissances de contenus (acquisition d'un socle scientifique), des connaissances procédurales propres à la psychologie expérimentale (conception de protocole) et des connaissances épistémiques (attention portée à constituer un état de l'art des travaux en lien avec le thème choisi, qui montre aux élèves comment un savoir est construit et les limites que l'on peut lui apporter).

Recommandation n° 12 : rendre explicite l'objectif de formation à la démarche scientifique dans le cadre national des formations dispensées dans les masters MEEF du premier et second degré. Préciser les objectifs de formation de l'initiation à la recherche pour renforcer la formation explicite à la démarche scientifique dans tous les parcours par le biais d'unités d'enseignement dédiées.

3.2.1. L'évaluation au concours de recrutement : principal levier dont dispose l'institution pour infléchir les pratiques en INSPÉ et pour favoriser à la fois le développement de compétences d'interdisciplinarité et la compréhension de la démarche scientifique

Il a été souligné dans la première partie de ce rapport que le manque de préparation des enseignants du second degré à l'interdisciplinarité est un frein au bon enseignement de la démarche scientifique aux élèves du collège et du lycée, notamment dans le cadre de l'enseignement scientifique commun de la voie générale. Le cadre national des formations en master MEEF second degré est très explicite sur ce point. L'*« Axe de Formation : Didactique de l'interdisciplinarité ou de la bivalence »*²⁰⁴ incite à « *s'initier à l'épistémologie et à la didactique de l'interdisciplinarité ou de la bivalence dans la voie professionnelle* ».

- La mission a constaté que cette recommandation n'est pas toujours suivie dans les faits. Parmi les INSPÉ sondés par la mission seulement deux (sur les six qui ont répondu à cette question) déclarent avoir mis en place une UE de formation à l'interdisciplinarité.

Pour améliorer cette situation, un des rares moyens dont dispose l'institution est d'introduire explicitement l'interdisciplinarité, avec un poids adapté, dans les épreuves des concours de recrutement d'enseignants.

De la même façon, la mission estime que la formation à la démarche scientifique ne deviendra un véritable enjeu de formation pour les INSPÉ comme pour les étudiants que lorsque cette maîtrise sera évaluée dans les spécialités du CAPES.

C'est ainsi par une évolution du contenu des épreuves du CAPES que ces deux dimensions de la formation des enseignants pourront trouver une place plus claire dans les maquettes de master MEEF second degré.

Plusieurs modes d'évaluation peuvent être imaginés : questions explicites dans les épreuves écrites ou présence dans les sujets d'oral. La mission estime cependant que l'épreuve orale d'entretien, commune à tous les CAPES, pourrait très bien se prêter à une telle évaluation, par exemple par le biais d'une discussion autour d'un sujet transversal ou de société, en relation avec les valeurs de la République²⁰⁵. Les situations professionnelles interdisciplinaires pourraient également être des supports permettant de juger des capacités des candidats à réfléchir aux spécificités de l'interdisciplinarité.

Recommandation n° 13 : dans l'épreuve orale d'entretien des concours du CAPES, CAPET ou CAPLP, introduire une prise en compte de la compréhension de la démarche scientifique dans toutes ses dimensions, ainsi que de la pratique de la pluridisciplinarité.

²⁰⁴ Annexe à [l'arrêté du 27 aout 2013 fixant le cadre national des formations dispensées au sein des masters « métiers de l'enseignement, de l'éducation, et de la formation »](#) pp. 31 et 32.

²⁰⁵ La deuxième partie de l'épreuve, d'une durée de vingt minutes, doit permettre au jury, au travers de deux mises en situation professionnelle, l'une d'enseignement, la seconde en lien avec la vie scolaire, d'apprécier l'aptitude du candidat à s'approprier les valeurs de la République, dont la laïcité, et les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons, etc.) et à faire connaître et faire partager ces valeurs et exigences.

4. La sensibilisation à la démarche scientifique dans l'enseignement scolaire – un grand nombre d'acteurs, peu pilotés au niveau national ou territorial

La mission a volontairement restreint son analyse aux actions de sensibilisation à la démarche scientifique menées dans l'enseignement scolaire. Ces actions, qui mettent le public scolaire en contact avec la science telle qu'elle se fait et se construit, sont essentielles pour développer l'appétence des élèves pour l'approche scientifique du monde et enrichissent les formations plus formelles reçues en classe. Elles relèvent de la sensibilisation plus que de la formation en ce que les apprentissages qu'elles développent chez les élèves ne sont pas évalués dans le cadre scolaire et qu'ils ne s'inscrivent pas dans le cadre de curriculums établis par l'institution. Même si les objectifs et les contenus de la formation et de la sensibilisation à la démarche scientifique sont différents, la mission estime qu'une meilleure complémentarité entre ces deux formes d'apprentissage doit être recherchée.

Le constat est celui d'un grand nombre d'intervenants qui accompagnent des projets émanant du terrain plus qu'ils n'assurent le déploiement d'une politique nationale. De plus, ces projets participent essentiellement de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) au sens large, plutôt que de la seule sensibilisation à la démarche scientifique, ce qui rend plus complexe la coordination et le pilotage de celles-ci, que ce soit au niveau national, académique, ou infra-académique.

Ces actions de sensibilisation à la démarche scientifique présentent un caractère dispersé, sont peu évaluées, peu pilotées et dans la plupart des cas, elles n'ont qu'une portée locale. Tout ceci conduit la mission à souligner la nécessité d'un pilotage de ces actions de sensibilisation à tous les échelons concernés afin que le passage à échelle puisse s'opérer dans les meilleures conditions.

4.1. Des actions de sensibilisation à la démarche scientifique en grande partie externalisées par l'institution scolaire

Les actions de sensibilisation à la démarche scientifique pratiquées dans les classes sont très diverses. Citons par exemple :

- des interventions ponctuelles de chercheurs dans les classes à propos d'un sujet particulier, non nécessairement en rapport direct avec les programmes. Ces actions résultent souvent d'interactions personnelles des enseignants avec les chercheurs, mais s'appuient aussi sur des offres structurées²⁰⁶ ;
- des interventions répétées de chercheurs, sur la durée, autour d'un projet scientifique respectant les objectifs donnés par le programme national de la ou des disciplines concernées. Ces interventions s'accompagnent souvent de prêt de matériel permettant aux élèves une participation concrète à des opérations analogues à celles qui peuvent être menées en recherche. Elles nécessitent une forte implication des enseignants et sont le fait d'organisations d'ampleur régionale ou nationale (fondation La main à la pâte (LAMAP), projet Savanturiers, projet EduMed, dispositif ministériel « Sciences à l'école », etc.) ;
- des concours scientifiques (Cgénial, Olympiades de sciences²⁰⁷, etc.) qui donnent lieu à des préparations avec les enseignants.

En prenant appui sur ces acteurs de la recherche ou de la médiation scientifique, les enseignants peuvent accentuer, en l'externalisant, la sensibilisation des élèves à la démarche scientifique pour laquelle ils se sentent parfois peu préparés (particulièrement ceux du primaire, cf. supra).

La mission considère que ces actions sont le plus souvent positives : les élèves y trouvent un intérêt pour les sciences renouvelées par le fait de la rencontre et de l'incarnation par un professionnel et d'interagir avec des chercheurs sans enjeu d'évaluation. La projection personnelle et l'ambition possiblement générées par ces rencontres sont aussi à souligner, en particulier pour ce qui concerne les filles.

²⁰⁶ [Cercle FSER | Cercle FSER - Ingénieurs et techniciens dans les classes](#)

²⁰⁷ [Sciences à l'Ecole – Projets scientifiques dans l'enseignement du second degré \(sciencesalecole.org\)](#)

Cependant, elle attire l'attention sur l'importance que les actions en classe et les séquences proposées soient réellement co-construites avec les enseignants et intégrées à des séquences pédagogiques en accord avec les programmes. Enfin, elle rappelle que les effets de ces actions sur les apprentissages et les compétences scientifiques des élèves ou sur la motivation des élèves envers les sciences sont encore trop peu connus et analysés.

4.1.1. Des actions de sensibilisation à la démarche scientifique émanant le plus souvent du terrain, qui restent pour la plupart locales et cloisonnées, à quelques exceptions près

Toutes les actions de sensibilisation à la démarche scientifique s'inscrivent dans une démarche dite « *bottom-up* » bien qu'elles fassent l'objet d'un cadrage reposant sur un corpus de textes rappelant, d'une part, les ambitions ministérielles relatives à la culture scientifique : c'est le cas, par exemple, du plan « *de rénovation de l'enseignement des sciences et technologies à l'école* » - PRESTE de juin 2000²⁰⁸ ou encore du plan « *une nouvelle ambition pour les sciences et les technologies à l'école* » de mars 2011²⁰⁹. D'autre part, ces textes prévoient des dispositifs d'accompagnements, par exemple pour l'école primaire avec l'ASTEP²¹⁰.

Les actions proposées aux enseignants sont ainsi listées et le site du MENJ précise qu'elles « *reposent le plus souvent sur un partenariat avec les différents acteurs du monde scientifique : laboratoires, organismes de recherches, musées scientifiques, centres de culture scientifique et technique, associations, etc.* »²¹¹

Encadré n°8 : partenariat entre Universcience et l'INSPÉ de l'UPEC

Depuis 2009, une convention lie l'INSPÉ de Créteil à Universcience et permet de disposer de deux professeurs-relais (mathématiques et lettres) dont la mission consiste à rédiger des documents pédagogiques liés à des expositions à destination d'un public scolaire du premier degré et portant sur des thèmes scientifiques. Ils font également le lien entre Universcience et les formateurs et coordinateurs de l'INSPÉ travaillant avec les différents groupes d'étudiants du master MEEF et du diplôme d'université (DU) MEEF.

Le cours d'initiation à la formation à et par la recherche (UE IFR) « travailler en partenariat » dispensé en master MEEF s'appuie sur ces professeurs-relais et permet aux étudiants de réfléchir sur le rôle essentiel des hypothèses et des erreurs dans la construction du raisonnement, sur la manipulation et l'expérimentation comme leviers d'apprentissage, sur l'importance des échanges entre pairs et sur les modalités de validation pour construire des objets de savoirs.

Les ressources documentaires rédigées par ces deux professeurs-relais permettent aux formateurs et à leurs étudiants de mieux s'approprier les installations du musée et favorisent les approches interdisciplinaires.

À titre d'exemple, un travail a été mené avec les 25 étudiants 2^e année de master MEEF affectés en maternelle en 2021-2022 portant sur l'aménagement de la classe et de ses espaces pour apprendre à manipuler les objets en lien avec les deux expositions « *Contraires* », déambulation sensorielle dans le monde des opposés et des contrastes et « *Fragile !* », spectacle audio-visuel mettant en scène six personnages (caillou, feuille, ballon, savon, œuf, et une pelote de laine).

Lancé en décembre 2010 dans le cadre de l'action « égalité des chances » des investissements d'avenir, l'appel à projets « *diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle et égalité des chances* » poursuivait trois objectifs :

²⁰⁸ Note de service n° 2000-078 du 8 juin 2000. « *Le développement de la culture scientifique, auquel contribue l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, est un enjeu majeur pour notre société et pour chacun de ses citoyens* ».

²⁰⁹ Circulaire n° 2011-038 du 4 mars 2011. « *Notre système éducatif doit ainsi relever un double défi : redonner, d'une part, toute sa place aux sciences et à la technologie dans la culture de l'élève, et susciter, d'autre part, l'appétence pour les filières et les métiers scientifiques et techniques afin de garantir les flux de chercheurs, d'ingénieurs et de techniciens dont le pays a et aura besoin* ».

²¹⁰ Circulaire n° 2010-083 du 8 juin 2010. « *L'accompagnement en science et technologie à l'école primaire (ASTEP) est une des actions conduites au niveau national avec le concours de l'Académie des sciences, en complément des différents dispositifs pédagogiques déjà mis en œuvre dans les classes de l'école primaire, pour faciliter un enseignement de la science et de la technologie conforme aux programmes et qui donne aux élèves les moyens d'atteindre les objectifs de connaissances et de compétences définis par le socle commun* ».

²¹¹ <https://eduscol.education.fr/2045/culture-scientifique-technique-et-industrielle>

- un objectif d'évolution de l'enseignement et de la présentation des sciences avec un renouvellement des méthodes pédagogiques et des innovations mises en œuvre aussi bien par les enseignants dans le monde scolaire qu'en dehors par les professionnels de la CSTI ;
- un objectif d'impulsion de la CSTI avec une montée en puissance quantitative et qualitative des acteurs de la CSTI dans les territoires, permettant à la fois de structurer le champ, de professionnaliser les acteurs et de renforcer les partenariats pour construire de véritables réseaux professionnels ;
- un objectif d'égalité des chances qui devait se traduire par des actions conçues pour toucher spécifiquement des publics traditionnellement les plus éloignés de la CSTI.

Dans son rapport d'évaluation de mai 2018 portant sur les 44 projets financés²¹² dans le cadre cet appel à projet, le comité de pilotage et de suivi a noté que « *mis à part le cas des Maisons régionales pour la science, portées par la fondation LAMAP²¹³, aucun projet [de la première vague] ne se donnait pour ambition d'agir en profondeur sur les liens entretenus entre l'institution scolaire et la culture scientifique. Il est intéressant de noter que, même si tous les projets de vague 2 intervenant auprès d'un public scolaire n'affichent pas forcément une telle ambition, la réussite scolaire dans les disciplines scientifiques constitue un objectif central pour la plupart d'entre eux* »²¹⁴.

De plus, le comité de pilotage a également relevé « que certains décloisonnements souhaitables ne se sont pas vraiment mis en place. C'est en particulier le cas du clivage qui sépare les acteurs de l'éducation formelle (l'école) et ceux de l'éducation informelle (l'éducation populaire, les centres de la CSTI) ». Certains projets²¹⁵ permettent toutefois de nuancer ce constat pessimiste et quelques acteurs majeurs peuvent se prévaloir d'une action à l'échelle nationale.

C'est le cas, d'une part, des « Savanturiers²¹⁶ - École de la recherche » qui est un programme né au Centre de recherche interdisciplinaire (CRI²¹⁷) et porté depuis 2022 par l'Association française d'éducation par la recherche (AFPER)²¹⁸ avec la volonté d'essaimer ce dispositif. Savanturiers a pour objectif d'initier les élèves de la maternelle au lycée aux méthodes et enjeux de la recherche scientifique et de former les acteurs de l'éducation. Il « *accompagne les enseignants dans la mise en place de véritables projets de recherche scientifique avec l'intervention régulière d'un chercheur ou d'un professionnel des STI* » et « *souhaite impliquer aussi directement les élèves dans la production de nouveaux savoirs à la manière des chercheurs. La recherche scientifique est mise au service des questionnements des élèves mais elle sert aussi aux enseignants à mettre en œuvre un apprentissage pratique de ce que sont les sciences* »²¹⁹. L'AFPER annonce des actions auprès de 30 000 élèves et enseignants.

C'est le cas, d'autre part, des maisons pour la science²²⁰ créées en 2012 par la fondation La main à la pâte²²¹ (LAMAP), acteur historique²²² qui, partant de l'hypothèse que « *la difficulté dans l'apprentissage des sciences*

²¹² *Op cit.*, liste en annexe 1 du rapport d'évaluation. Le montant total des subventions allouées atteint 89 M€.

²¹³ La main à la pâte, cf. infra.

²¹⁴ [Rapport final d'évaluation de mai 2018](#)

²¹⁵ Outre les maisons pour la science et les Savanturiers, le rapport d'évaluation cite notamment les projets Langue et science, Arithm'école, Mérite (outils pour enseigner les sciences et techniques), Floris'TIC (botanique numérique) et ENI (plateforme école numérique et industrie).

²¹⁶ <https://les-savanturiers.learningplanetinstitute.org/>

²¹⁷ Le CRI est devenu le Learning Planet Institute (LPI) en 2021 [Qui sommes-nous ? | Learning Planet Institute](#)

²¹⁸ <https://afper.org/index.php/a-propos/>

²¹⁹ [Rapport final d'évaluation de mai 2018, op. cit.](#)

²²⁰ <https://www.maisons-pour-la-science.org/>

²²¹ En 2012, la fondation LAMAP est lauréate du Plan d'investissement d'avenir et crée les Maisons pour la science. Celles-ci permettent de renforcer la formation des enseignants pour faire évoluer leurs connaissances, compétences et pratiques des sciences. Hors crise sanitaire, ce sont près de 10 000 enseignants par an qui bénéficient des formations proposées par les 13 maisons pour la science, réparties sur l'ensemble du territoire national. Dans son dernier rapport d'activité (2021), la fondation LAMAP annonce des actions auprès de 10 000 classes en écoles primaires (dont 30 % en éducation prioritaire) et 800 en collèges (dont 67 % en éducation prioritaire).

²²² C'est en 2000 que le ministère de l'éducation nationale et l'académie des sciences annoncent conjointement la création d'un Plan triennal de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'École (PRESTE). Ce plan conduit deux ans plus tard

par les élèves résulte d'un déficit de formation initiale des enseignants dans les disciplines scientifiques, qui engendrerait une plus grande difficulté à enseigner les sciences au primaire », entendent « *outiller les enseignants [pour] compenser des compétences que l'on estime insuffisamment développées* »²²³. Ces démarches s'inscrivent dans la perspective d'une rénovation de l'enseignement des sciences, davantage adossé aux pratiques de recherche, tout en cherchant, dans une logique de compensation de la formation initiale par de la formation continue externalisée, à mieux armer les enseignants.

C'est le cas enfin du dispositif interministériel « Sciences à l'École »²²⁴, créé en 2004, qui se donne pour objectif de soutenir et de promouvoir des projets de culture scientifique et technique dans l'enseignement du second degré et qui œuvre pour le rapprochement des sciences enseignées dans les établissements et celles pratiquées au quotidien par les acteurs du monde scientifique. Ce dispositif organise de nombreux concours scientifiques nationaux et internationaux destinés aux élèves des collèges et des lycées, et, par le biais de « plans d'équipements » variés, permet à des lycées et collèges de bénéficier de matériel scientifique performant en proposant aux professeurs concernés constitués en réseau des ressources pédagogiques et des actions de formation.

La mission relève que toutes ces actions de sensibilisation à la démarche scientifique y compris celles ayant une dimension nationale, concernent un public relativement restreint et local. Le défi principal consiste à diffuser ces actions sur tout le territoire et à en augmenter le nombre de bénéficiaires, en un mot passer à l'échelle.

Recommandation n° 14 : passer d'une démarche d'externalisation simple à une démarche d'intégration aux enseignements pour faire évoluer les pratiques des acteurs de la culture scientifique et technique, ainsi que leur implication au sein des établissements ; mieux valoriser les apports des acteurs extérieurs qui produisent de grandes quantités de ressources et de formations dans des formats innovants, interactifs et participatifs, portant sur des enjeux sociétaux majeurs.

Rappel de la recommandation n° 11 : former les futurs enseignants au montage de partenariats profitables aux apprentissages.

4.1.2. De la procédure à la posture ou comment mettre des élèves dans une position de chercheurs

L'activité des organismes, universitaires ou non, de recherche en direction du monde scolaire s'est longtemps focalisée sur la diffusion des résultats dans le cadre de leur politique de communication ou du développement d'actions de médiation. Plus récemment, la fourniture de ressources pédagogiques (mise à disposition de bases de données avec outils numériques pour les interroger) et l'accompagnement des élèves et de leurs enseignants (voir encadré ci-dessous) constitue un autre axe important de leur intervention²²⁵.

Encadré n°9 : l'Observatoire éducatif méditerranéen (Edumed)

EduMed est un réseau d'établissements scolaires français et étrangers, ainsi qu'une plateforme internet dédiée à l'enseignement des géosciences et des risques naturels²²⁶. EduMed est porté par la cellule éducation de l'Unité mixte de recherche Géoazur (université Côte-d'Azur, Observatoire Côte-d'Azur, CNRS et IRD). L'émergence de ce programme est liée à l'obtention de l'Idex par l'université Côte-d'Azur en 2016 qui permet son financement récurrent. Depuis 2018, la direction départementale des territoires et de la mer des Alpes-Maritimes consolide son financement dans le cadre des actions de sensibilisation au risque sismique vers les scolaires (Plan

à la révision des programmes qui reprennent des éléments élaborés par La main à la pâte, association créée sous l'impulsion de Georges Charpak, Pierre Lena et Yves Quéré, avec le soutien de l'Académie des sciences et structurée en 2011 sous la forme d'une fondation de coopération scientifique (avec trois membres fondateurs : ENS de Paris et ENS de Lyon et l'Académie des sciences). Les actions de la fondation LAMAP regroupent la mise à disposition de ressources et de formations à destination des enseignants et des élèves.

²²³ [Rapport final d'évaluation de mai 2018, op. cit.](#)

²²⁴ <https://eduscol.education.fr/1300/sciences-l-ecole>

²²⁵ Cf. rapport de l'IGÉSR de mars 2021 <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/cartographie-des-actions-conduites-par-les-etablissements-esr-en-matiere-de-relations-entre-science-47669>

²²⁶ <https://csti.univ-cotedazur.fr/edumed-obs>

Séisme 06). L'académie de Nice soutient aussi EduMed par la mise à disposition d'enseignants chargés de mission académique en géosciences spécifiquement pour ce programme.

EduMed associe les acteurs de l'enseignement primaire, secondaire et supérieur. La plateforme abrite des bases de données (sismiques, hydrologiques, océanographiques et météorologiques) collectées par un réseau de capteurs placés à proximité d'établissements répartis sur le territoire français et à l'international²²⁷. Une partie des capteurs qui alimentent la base de données est mise à disposition dans des établissements scolaires dans le cadre d'appels à candidatures d'EduMed. Un enseignant référent pour ces capteurs sera désigné dans l'établissement lauréat et sera formé par les équipes d'EduMed.

Les bases de données sont facilement exploitable et la plateforme développe des outils numériques libres pour travailler sur ces données. Enfin, EduMed propose des ressources éducatives pour la formation des enseignants, en cohérence avec les programmes d'enseignement.

EduMed s'inscrit dans le partenariat entre l'enseignement scolaire et l'ESR dans la production de ressources permettant de renforcer les connaissances et compétences de enseignants et également de participer à la sensibilisation à la démarche scientifique et au développement de l'esprit critique des élèves.

Dans un contexte d'interrogations croissantes sur la science, l'accent semble aujourd'hui se déplacer du terrain de la science (ses résultats, ses méthodes) à celui de la recherche. Certaines approches mettent ainsi l'accent sur l'histoire des sciences : c'est le cas du projet « Comment les scientifiques savent... ? » proposé par l'Institut national des sciences de l'Univers (INSU) du CNRS, qui entend faire comprendre, par une série de planches dessinées thématiques (l'expansion de l'Univers, l'âge de la Terre, les trous noirs, la matière sombre, ...) « *comment la science se construit et s'est construite, et d'en expliquer des concepts parfois compliqués le plus simplement possible* »²²⁸.

D'autres approches cherchent à placer les élèves dans une véritable posture de chercheurs : ainsi le CERN et l'entreprise Solvay ont-elles lancé en septembre 2022 un programme éducatif triennal qui, sous la devise « *Réveillez l'esprit scientifique qui sommeille en vous : explorez sans limites, (...) proposera des expériences pratiques en ligne visant à montrer que la science est accessible à tous, indépendamment de l'âge ou du cursus. Les élèves auront également la possibilité d'étudier des sujets scientifiques liés aux recherches menées au CERN et de travailler sur un projet de recherche dans un laboratoire consacré aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques, l'un des plus grands centres de recherche scientifique du monde* »²²⁹.

L'offre de ressources à destination du monde scolaire, déjà abondante, tend ainsi à se diversifier toujours plus, que ce soit en replaçant l'état des connaissances dans le temps long de leur émergence ou en cherchant à passer, selon l'heureuse formule d'une interlocutrice de la mission, « *de la procédure à la posture scientifique* ».

La mission note que ce changement de posture est l'un des objectifs du « projet expérimental et numérique » faisant partie du programme de l'enseignement scientifique commun de la classe de première en voie générale²³⁰. Ce projet, obligatoire, dont le format et la thématique sont très libres, a pour but de proposer un contact personnel des élèves avec une activité expérimentale et numérique analogue à ce qui se pratique en recherche. Les actions de recherche participative pourraient donner à ce projet une authenticité que n'ont pas toujours les activités expérimentales habituellement pratiquées en lycée et gagneraient à être développées dans ce cadre.

²²⁷ <http://edumed.unice.fr/le-reseau-edumed/>

²²⁸ <https://www.insu.cnrs.fr/fr/demarche-scientifique>

²²⁹ <https://home.cern/fr/news/news/knowledge-sharing/cern-and-solvay-launch-stem-education-programme-high-school-students>

²³⁰ BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019.

4.1.3. Des pratiques nombreuses des établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche en direction des publics scolaires et enseignants, intégrées à leur stratégie et à celle du MESR

L'action des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (ESR) en matière de relations science-société est documentée par un rapport de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR) de mars 2021²³¹. Le recensement effectué par la mission ne permet pas d'isoler, dans un corpus de 590 actions, celles qui portent spécifiquement sur la démarche scientifique, mais permet néanmoins de souligner :

- le poids des actions de médiation scientifique en direction des publics scolaires : « *les exemples remontés sont très nombreux : passeport recherche (université de Nantes), thèse qui peut (université de Toulouse 2-Jean Jaurès), apprentis chercheurs (université d'Angers), Ateliers d'AMU (Aix-Marseille Université), ou encore univerlacité (université de Montpellier)* » ;
- le poids des actions de formation en direction des personnels enseignants : sont citées « *les actions de formation des personnels enseignants, du premier comme du second degré, comme l'université de Bretagne Occidentale avec le dispositif Mer & Éducation ou encore les mallettes Mérite de l'université de Nantes. La contribution des universités est bien identifiée, notamment lorsqu'existe une maison pour la science, par exemple à l'université Rennes 1 qui propose une trentaine de formations à des professeurs du second degré et des ressources pédagogiques en ligne en sciences expérimentales et mathématiques* ».

Enfin, le rapport souligne le faible ancrage institutionnel au sein de l'éducation nationale de l'action des universités : « *Par contraste avec ce rôle important dans la construction de l'offre de formation et l'engagement sur le terrain de nombreux universitaires et étudiants, le positionnement institutionnel des universités semble mal reconnu* ».

La constitution en mars 2021 d'un réseau des vice-présidents en charge des relations sciences-société²³² témoigne de la montée en puissance de cette thématique au sein de laquelle la formation de l'esprit scientifique – et partant les relations avec l'École – occupe une place importante. Présidée par la vice-présidente science et société de l'université de Grenoble Alpes, et réunissant, à sa création, 48 vice-présidents d'établissements universitaires, ce réseau apparaît comme un interlocuteur « *de nature à renforcer la place des établissements dans un tissu partenarial dense, mêlant acteurs institutionnels, associatifs, médiatiques* ». Au niveau des régions académiques, ces vice-présidents ont pour interlocuteurs les délégués régionaux académiques à la recherche et à l'innovation (DRARI) ce qui permet d'organiser une porosité des actions entre l'enseignement supérieur et la recherche et l'enseignement scolaire.

Annoncé en avril 2021, le plan ministériel « Science avec et pour la société » retient pour les projets éligibles à la labellisation du MESR « *des actions destinées aux scolaires : opérations pédagogiques pour l'enseignement scolaire, l'enseignement supérieur et la formation continue ("un chercheur, une chercheuse, une classe", maison pour la science au service des professeurs)* »²³³. La feuille de route ministérielle ouvre la voie à la labellisation « Sciences avec et pour la société » (SAPS) des établissements d'enseignements supérieur²³⁴ s'engageant à respecter un socle commun dont les deux premiers axes portent sur : « *la valorisation de la recherche et de ses enjeux auprès de tous les publics et notamment auprès des scolaires* » et « *la formation à la médiation, la communication ou la démarche scientifique* »²³⁵.

Recommandation n° 15 : mettre à profit les actions récentes lancées par le ministère de l'enseignement supérieur (label « sciences avec et pour la société », SAPS) dans le cadre de la mise en œuvre de la loi n° 2020-1674 de programmation de la recherche du 24 décembre 2020 pour repérer, renforcer et coordonner les actions de sensibilisation à la démarche scientifique à l'échelle des régions académiques qui correspondent à celle des sites de l'enseignement supérieur et de la recherche autour des vice-présidents

²³¹ Cf. rapport IGÉSR n°2021-065 de mars 2021 [Cartographie des actions conduites par les établissements ESR en matière de relations entre science et société | enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www.igesr.fr/sites/default/files/2021-03/IGESR%20n%202021-065%20-%20Cartographie%20des%20actions%20conduites%20par%20les%20établissements%20ESR%20en%20matière%20de%20relations%20entre%20science%20et%20société%20%7C%20enseignementsup-recherche.gouv.fr), op. cit.

²³² Cf. partie 2.

²³³ [Brochure Science avec et pour la société](#)

²³⁴ Sept établissements labellisés lors de la [première vague](#) et douze lors de la [deuxième vague](#)

²³⁵ [Recommandations aux porteurs de projet de la première vague](#)

science et société des universités et des délégués régionaux académiques à la recherche et à l'innovation (DRARI).

4.2. La nécessaire coordination des acteurs et le besoin d'un pilotage national et territorial des actions de sensibilisation à la démarche scientifique

Les organisations du MESR et du MENJ diffèrent concernant le pilotage et le suivi de la thématique de la démarche scientifique. Il existe, au niveau central du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESR) un département des relations entre sciences et société au sein de la direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) qui agit à la fois comme tête de réseau et interface interministérielle. Il pilote notamment la labellisation « science avec et pour la société » visant à renforcer la structuration du paysage institutionnel à travers la création d'un réseau partenarial adossé aux sites universitaires.

Pour ce qui concerne l'enseignement scolaire, la mission souligne que le terme de démarche scientifique ne figure pas dans l'organigramme de la DGESCO²³⁶ du ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse (MENJ). Il n'existe pas sur le plan national une structure de pilotage identifiable dédiée à la culture scientifique permettant d'animer et de coordonner le réseau des correspondants académiques des sciences et technologies (CAST), de manière à s'assurer que les intentions ministérielles soient effectivement mises en œuvre.

4.2.1. Au niveau central du MENJ, une absence de pilotage identifié et une intégration problématique de la culture scientifique à l'enseignement artistique et culturel

Un interlocuteur du MESR de la mission indique que les échanges avec le MENJ sur les sujets de CSTI s'établissent au gré des sujets à traiter mais qu'ils ne sont pas institutionnalisés. Pourtant, une circulaire de 2010 rappelle que, « *à un moment où il est plus que jamais nécessaire d'encourager les vocations scientifiques, la vie culturelle du lycée doit accorder une véritable place à la culture scientifique et technologique. Atteindre cet objectif repose notamment sur le développement des partenariats avec les établissements de culture scientifique et technique, en lien avec les délégations régionales à la recherche et à la technologie²³⁷ et les centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI) »²³⁸.* »

L'organisation même de la DGESCO invite à faire une distinction entre les acteurs formels et ceux relevant de l'informel associatif car le service « instruction publique et action pédagogique » traite des contenus des formations et le service « accompagnement des politiques éducatives » du périscolaire (relations avec les associations et les partenariats, santé et action sociale, égalité et lutte contre les discriminations, etc.) dont la CSTI fait partie au titre de la relation avec les associations et des partenariats. Cette séparation se retrouve dans les académies où les acteurs du périscolaire sont également distincts des entités en lien avec la pédagogie.

La mission éducation artistique et culturelle (MEAC) est placée auprès du DGESCO mais elle a peu investi le sujet de la culture scientifique. Passée une brève mention introductory à la culture scientifique – la technologie n'est d'ailleurs pas mentionnée – le parcours d'éducation artistique et culturel (PEAC) n'aborde que les seuls enseignements artistiques et n'évoque jamais la culture scientifique²³⁹. Néanmoins, la CSTI est un des cinq domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture que tout élève doit maîtriser en fin de scolarité obligatoire. Elle repose sur une connaissance des principes et des finalités du raisonnement scientifique, une pratique de la démarche scientifique et une compréhension des technologies courantes.

La mission insiste sur la nécessité de singulariser la culture scientifique technique et industrielle en la séparant de l'enseignement artistique et culturel comme le proposait la commission des affaires culturelles

²³⁶ Arrêté du 28 juin 2019. L'organigramme figure sur : <https://www.education.gouv.fr/la-direction-generale-de-l-enseignement-scolaire-dgesco-7517>

²³⁷ DRRT devenues DRARI depuis le 1^{er} janvier 2021 Décret n° 2020-1555 du 9 décembre 2020 relatif aux délégations régionales académiques à la recherche et à l'innovation - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

²³⁸ BOEN spécial n° 1 du 4 février 2010

²³⁹ <https://www.education.gouv.fr/le-parcours-d-education-artistique-et-culturelle-peac-4283>

et l'éducation de l'Assemblée nationale dans son avis sur le PLF 2023 formulé en octobre 2022²⁴⁰ : « *la CSTI devrait être extraite de l'EAC et être considérée comme un enseignement à part entière au même titre que l'EAC lui-même* ». C'est seulement dans les discours que la CSTI est considérée comme une partie intégrante de la culture. Or, elle n'est pas enseignée dans le cadre de l'EAC et elle conserve une place minoritaire dans les actions relevant du Pass'culture. La mission estime que la CSTI se dilue dans l'EAC et notamment dans la culture artistique dont l'environnement, les codes et les objets sont différents.

Recommandation n° 16 : extraire la culture scientifique technique et industrielle (CSTI) de l'enseignement artistique et culturel (EAC) pour en faire un sujet à part entière et identifier, au sein du service de la DGESCO traitant de l'action pédagogique, une tête de réseau pour piloter et coordonner les actions qui en relèvent.

4.2.2. Au niveau local, une relation partenariale entre les centres de culture scientifique, technique et industrielle et l'éducation nationale à encadrer

Réalisées depuis 2015, les enquêtes de l'Office de coopération et d'information muséographique, OCIM²⁴¹, recensent annuellement les acteurs du patrimoine et de la CSTI²⁴² : 347 structures, regroupant 6 522 équivalents temps plein répartis dans 17 familles professionnelles, ont ainsi répondu en 2018. Parmi ces acteurs, les centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI) ont vocation à devenir des partenaires privilégiés du monde éducatif : la loi de programmation de la recherche (LPR) du 24 décembre 2020 retient ainsi parmi ses objectifs de « *permettre à tous les élèves, au cours de leur scolarité, de découvrir au moins un établissement dédié à la culture scientifique, technique et industrielle* »²⁴³.

Les centres de CSTI entendent renforcer les relations partenariales avec l'enseignement supérieur²⁴⁴, le monde industriel et les régions²⁴⁵ – le financement du réseau des centres de CSTI²⁴⁶ étant assuré, à hauteur de 63 %, par le ministère de la culture et le MESR. En revanche, le réseau ne perçoit aucune subvention du ministère en charge de l'éducation nationale et de la jeunesse.

Plusieurs rapports²⁴⁷ ont en effet évoqué un héritage de relations difficiles entre les acteurs de la CSTI et le monde enseignant. Dépasser ces difficultés constitue sans doute une nécessité pour atteindre l'objectif fixé par la stratégie nationale de culture scientifique et technique établie en 2017 selon lequel « *la culture et la démarche scientifiques doivent faire partie des piliers de l'éducation* »²⁴⁸.

Créé en 2012²⁴⁹ et remanié en 2014 et 2017, « *le Conseil national de la culture scientifique, technique et industriel (CNCSTI) est placé auprès des ministres chargés de la culture, de l'enseignement supérieur et de la recherche. En cohérence avec les grandes orientations de la stratégie nationale de recherche proposées par le Conseil stratégique de la recherche, il participe à l'élaboration d'une stratégie nationale en matière de développement de la culture scientifique, technique et industrielle, dont il assure le suivi*

. Il

²⁴⁰ [Recherche et enseignement supérieur : Recherche \(assemblee-nationale.fr\)](#)

²⁴¹ [Organisation - Ocim](#)

²⁴² <https://ocim.fr/2021/02/les-chiffres-cles-des-acteurs-du-pcsti-en-france-2019/>

²⁴³ [Rapport annuel 2020 de l'AMCSTI](#)

²⁴⁴ Voir la journée « Construire le dialogue science-société : la coopération entre universités et partenaires de la CSTI », organisée le 17 mai 2022 par l'AMCSTI, le réseau des VP Sciences société et l'association Arts - Universités - Culture.

²⁴⁵ Depuis la loi n° 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche, l'organisation de la CSTI est une compétence régionale (article L. 214-2 du code de l'éducation).

²⁴⁶ L'association des musées et centres pour le développement de la culture technique scientifique et industrielle AMCSTI regroupe 250 membres (dont 29 universités) en 2022 avec un public estimé à 17 millions de personnes.

²⁴⁷ Ces difficultés sont évoquées dans le [rapport d'information n° 392 du Sénat](#), « *la diffusion de la culture scientifique* » de juillet 2003 qui rappelle que l'école « *ne doit pas s'attacher uniquement à leur dispenser des connaissances mais à leur donner la capacité de les utiliser, de comprendre le raisonnement scientifique et d'être capable de raisonner rationnellement sur des faits observés et établis* » ou encore dans les rapports de l'IGAENR de juillet 2006, « *Évaluation des centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI). Pour une labellisation des CCSTI par le ministre délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche* » <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/064000812.pdf> et celui de février 2012 « *la diffusion de la culture scientifique : bilan et perspectives* » <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/134000557.pdf>

²⁴⁸ https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/content_migration/document/SNCSTI_728573.pdf

²⁴⁹ [Décret n° 2012-572 du 24 avril 2012 relatif au Conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle - Légifrance \(legifrance.gouv.fr\)](https://legifrance.gouv.fr)

comprend 23 membres dont 11 représentants de l'État, des établissements publics et des conférences (France Universités et Conférence des grandes écoles) notamment, des représentants du MESR (la DGRI), du MENJ (le DGESCO) et le secrétaire général du ministère de la culture²⁵⁰.

Il s'agit, à la connaissance de la mission, de la seule instance nationale où sont représentés, à côté des grands établissements publics, des régions, des principales associations, les trois ministères concernés par la question de la diffusion de la culture scientifique. Le CNSTI devrait pouvoir jouer un rôle en matière d'évaluation des actions locales conduites par les différents acteurs de la CSTI. Or, il ne s'est pas réuni depuis 2019 faute de présidence.

La mission reprend à son compte la remarque de la commission des affaires culturelles et de l'éducation de l'Assemblée nationale présentée dans son avis d'octobre 2022 concernant la partie enseignement supérieur et recherche du PLF 2023²⁵¹ : « *la transformation du paysage de la CSTI a donc nécessité un accompagnement de la part du ministère, tant pour expliciter et mettre en œuvre les nouvelles mesures, former les acteurs et favoriser leur mise en réseau que pour ancrer cette politique publique dans les documents de cadrage stratégique de ses opérateurs* ».

Recommandation n° 17 : relancer le conseil national de la culture scientifique, technique et industrielle (CNCSTI) et faire évoluer la stratégie nationale de culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI) pour assurer un véritable pilotage interministériel qui reste aujourd'hui à construire.

4.2.3. Au niveau académique, un réseau de correspondants académiques et de conseillers pour les sciences et les technologies peu soutenu et dont le positionnement est à clarifier

En l'absence de tête de réseau clairement identifiée dans l'organigramme des académies, le réseau des correspondants académiques pour les sciences et technologies (CAST) et celui des conseillers pour la culture scientifique, technique et industrielle (conseillers CSTI)²⁵² positionnés auprès des délégués académiques à l'éducation artistique et culturelle (DAAC) travaillent sans véritable animation collective qui autoriserait l'échange de bonnes pratiques et la généralisation d'expériences positives. Les CAST ont été instaurés dans les académies dans la foulée de la mise en place du PRESTE et de l'enseignement intégré de sciences et technologie (EIST) de 2011 (voir supra) pour suivre la mise en œuvre des actions de ce plan ministériel en faveur des sciences et technologie. Or, la mission constate que près de la moitié des CAST ne disposent pas d'une lettre de mission (43 % d'entre eux possèdent une lettre de mission²⁵³) et que leur positionnement est à clarifier. Ce double pilotage des actions de CSTI par les CAST et les DAAC crée des confusions sauf dans les quelques académies où il est assuré par la même personne.

Encadré n° 10 : la fonction de correspondant académique pour les sciences et technologies (CAST)

Le correspondant académique pour les sciences et les technologies qui est, dans la plupart des cas, un IA-IPR, accompagne pédagogiquement les actions de culture scientifique adossées aux enseignements scientifiques (mathématiques, sciences de la vie et sciences de la Terre, physique-chimie, sciences et techniques industrielles).

Il s'attache notamment à : favoriser le développement de l'enseignement intégré des sciences et technologie (EIST) ; soutenir le développement et faciliter la mise en œuvre de projets scientifiques et technologiques dans le cadre du temps scolaire et/ou périscolaire (classes à projet scientifique ou technique, ateliers scientifiques et techniques, olympiades, course en cours, etc.) ; encourager et faciliter les démarches partenariales mises en place entre les établissements scolaires, les institutions scientifiques et technologiques, notamment l'Académie des technologies, les collectivités locales, les associations, en particulier celles qui favorisent une meilleure connaissance des métiers et un engagement des jeunes filles dans les voies scientifiques ; favoriser le développement des projets de science participative fondés sur les relations entre classes et équipes de chercheurs (projets « Sciences à l'École », « Vigie nature », « Graine d'explorateurs », etc.).

²⁵⁰ L'instance consultative a été présidée à partir de mai 2021 par la députée Fannette Charvier et est vacante depuis le 21 juin 2022, date de la fin de son mandat de députée.

²⁵¹ *Op. cit.* cf. p. 37 de l'avis de la commission des affaires culturelles et de l'éducation de l'Assemblée nationale d'octobre 2022.

²⁵² Cf. annexe 6 cartographie des acteurs.

²⁵³ Cf. enquête auprès des CAST réalisée par la mission en annexe 7.

Les régions académiques cherchent à mieux structurer leurs missions transversales qui font l'objet de délégations régionales académiques. Dans le cadre de la CSTI et de leurs liens avec les acteurs locaux, elles établissent des conventions cadre avec les centres de CSTI (CCSTI) qui sont suivies par les délégations académiques aux arts et à la culture (DAAC). Quand il y a plusieurs DAAC dans une même région académique, des problèmes de coordination peuvent se poser. Dans les faits, les centres de CSTI sont en lien avec les DAAC mais pas avec les CAST. Les centres de CSTI se considèrent souvent comme une interface entre les académies et les établissements d'enseignement supérieur et de recherche alors que précisément c'est la mission des délégués académiques régionaux à la recherche et à l'innovation (DRARI)²⁵⁴.

Quand les DRARI échangent avec les directions régionales des affaires culturelles (DRAC)²⁵⁵ sur des sujets relevant de la culture scientifique technique et industrielle, ces dernières estiment souvent qu'ils ne relèvent pas directement de leur champ d'intervention. Il y a un hiatus entre l'administration centrale du ministère de la culture qui participe au pilotage de la CSTI et ses services déconcentrés où cette CSTI n'est pas toujours suffisamment prise en compte, ce qui ne contribue pas à simplifier le paysage interministériel.

Recommandation n° 18 : fusionner les fonctions des « correspondants académiques à la science et aux technologies » (CAST) avec celles des conseillers à la culture scientifique, technique et industrielle actuellement positionnés auprès des délégations académiques aux arts et à la culture (DAAC) pour créer une nouvelle fonction de « délégué académique à la culture scientifique, technique et industrielle » (DACSTI), positionnée au même niveau que le DAAC. Le DACSTI serait l'interlocuteur privilégié du délégué régional académique à la recherche et à l'innovation (DRARI) et des vice-présidents sciences et société des universités, renforçant l'interface entre l'enseignement supérieur et la recherche et l'enseignement scolaire.

Pour la mission,

Jean Aristide CAVAILLÈS

Sophie JULIEN

²⁵⁴ [Le réseau des délégations régionales académiques à la recherche et à l'innovation | enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://enseignementsup-recherche.gouv.fr)

²⁵⁵ Directions régionales des affaires culturelles, ministère de la culture.

Annexes

Annexe 1 :	Lettres de désignation (programme de travail annuel 2021-2022)	65
Annexe 2 :	Liste des personnes rencontrées	66
Annexe 3 :	Définition de la démarche scientifique, un syntagme problématique	70
Annexe 4 :	La place de la démarche scientifique dans l'enseignement des sciences, quelques repères historiques	78
Annexe 5 :	CEDRE, PISA, TIMSS	89
Annexe 6 :	Questionnaire adressé aux doyens du collège EDP	92
Annexe 7 :	Questionnaire adressé aux CAST	93
Annexe 8 :	Questionnaire adressé aux directeurs d'INSPÉ	97

Lettre de désignation



Section des rapports

N° 21-22 099

Affaire suivie par :
Christine Chartier

Tél : 01 55 55 30 88
Mél : section.rapports@igesr.gouv.fr

Site Descartes
110 rue de Grenelle
75357 Paris SP 07

Paris, le 21 octobre 2021

La cheffe de l'inspection générale de l'éducation,
du sport et de la recherche

à

Monsieur le directeur de cabinet
du ministre de l'éducation nationale,
de la jeunesse et des sports

Monsieur le directeur de cabinet
de la ministre de l'enseignement supérieur,
de la recherche et de l'innovation

Objet : Désignation des membres d'une mission inscrite au programme de travail annuel de l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche 2021-2022.

Dans le cadre de son programme annuel, l'inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche assure une mission intitulée :

La sensibilisation et la formation à la démarche scientifique de l'école élémentaire au doctorat.

Je vous informe que la mission sera pilotée par Jean-Aristide Cavaillès et Sophie Julien et composée de Bertrand Minault, Caroline Moreau-Fauvarque, Claudine Picaronny et Pierre Valla.

Caroline PASCAL

Liste des personnes rencontrées par la mission

Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse

- Cabinet
 - David Bauduin, conseiller affaires pédagogiques
 - Thomas Leroux, conseiller aux affaires pédagogiques et aux savoirs fondamentaux
- DGESCO
 - Manuel Brossé, chef de la mission éducation artistique et culturelle (MEAC)
 - Arnaud Cossart, conseiller CSTI (MEAC)
- DEPP
 - Anaïs Bret, adjointe à la cheffe de bureau de la conception et du pilotage des évaluations des élèves,
 - Franck Salles, chargé d'études (PISA), bureau de la conception et du pilotage des évaluations des élèves

Académie de Toulouse

- Mostafa Fourar, recteur
- Vincent Denis, secrétaire général
- Jérémy Paul, doyen des IA-IPR
- Virginie Rubira doyenne des IEN ET-EG
- Nathalie Bardorc, doyenne des IEN 1^{er} degré
- Landry Bourguignon, correspondant académique sciences et technologie (CAST)
- Cécile Rougié, IEN 1^{er} degré, chargée du dossier sciences pour la Haute-Garonne
- Ladislas Panis, conseiller pédagogique départementale (CPD) en charge du dossier math - sciences pour la Haute-Garonne
- Gaël Glandières, IA-IPR SVT
- François Bacon, IA-IPR STI
- Gilles Leran, IEN math - sciences
- Bénédicte De Bonneval, MCF, directrice scientifique de la Maison pour la science Midi-Pyrénées
- Jean Claude Tougne, coordonnateur académique dispositif ASTEP
- Pierre Bonnefond, enseignant mis à disposition de la Maison pour la science en Midi-Pyrénées
- Cédric Faure, professeur des écoles mis à disposition de la Maison pour la science Midi-Pyrénées
- Jean-François Camps, MCF, co-responsable de la Maison pour la science Midi-Pyrénées
- Olivier Rosan, délégué académique à l'éducation artistique et culturelle de l'académie de Toulouse
- Karine Ramon, chargée de mission culture scientifique à la DAAC de l'académie de Toulouse
- Anne-Claire Jolivet, responsable du service diffusion de la culture des sciences et des techniques à l'université fédérale Toulouse Midi-Pyrénées
- Gwenaël Kaminski, enseignant-chercheur, vice-président SAPS de l'université de Toulouse 2-Jean-Jaurès
- Nadine Jessel, directrice de l'INSPÉ de Toulouse
- Karine Duvignau, PU, directrice du master MEEF professeur des écoles, responsable de la structure fédérative de recherche « Apprentissage - Enseignement – Formation » (AEF)

- Franck Martin, MCF, enseignant en master MEEF 1^{er} degré

Académie de Lille

- Valérie Cabuil, rectrice de région académique
- Jean-Yves Bessol, directeur académique des services de l'éducation nationale du Nord
- David Campagne, correspondant académique sciences et technologie (CAST)
- Albin Cattiaux, doyen des IA-IPR
- Pierre Leducq, doyen des IEN ET-EG-IO
 - Marie-Françoise Godon, doyenne des IEN 1^{er} degré
- Joël Delrot, IEN référent sciences pour le département du Nord
- Vincent Hernu, IEN référent sciences et EDD pour le département du Pas-de-Calais
- Michel Gosse, délégué académique à la formation des personnels
- Brigitte Monfroy, maîtresse de conférences, directrice adjointe de l'INSPÉ de Lille Hauts-de-France, en charge de la formation tout au long de la vie
- Albine Courdent, maîtresse de conférences, directrice de la Maison pour la Science du Nord Pas-de-Calais
- Thi-Lan LUU, chargée de mission médiation à la Maison pour la science du Nord - Pas-de-Calais
- Hélène Linquette, professeure certifiée de SVT, participant à l'enseignement intégré des sciences et technologies en classe de sixième au collège Jules Ferry à Douai, et sept élèves
- Sylvie Briatte, professeure des écoles à l'école élémentaire Watteau à Lambersart
- Fabrice Bonningues, directeur de l'école élémentaire Watteau à Lambersart

Académie de Poitiers

- Bénédicte Robert, rectrice de région académique
- Nicolas Mazurier, directeur de cabinet
- Aurélie Pinton, IA-IPR de SVT, correspondant académique sciences et technologie (CAST)
- Rémy Hervé, IA-IPR de physique-chimie, référent numérique
- Anne Parillaud, IA-IPR HG, co-pilote plan de formation laïcité
- Eric Junca, doyen des IEN et CAST
- Jean-Marie Meslier, directeur du site d'Angoulême de l'INSPÉ, responsable du MEEF 2nd degré, enseignant en sciences et électronique
- Cécile Lalane, professeure certifiée en sciences et technologie affectée à l'INSPÉ de l'université de Poitiers
- Didier Moreau, directeur de l'espace Mendès France
- Lydie Bodiou vice-présidente déléguée à la Recherche, culture scientifique et projets pluridisciplinaires de l'université de Poitiers
- Abderrazak El Albani, professeur de géologie de l'université de Poitiers, responsable du projet « sous les pas de Darwin »
- Christian Granseigne, professeur mathématiques - sciences, conseiller académique en culture, sciences technique à la DAAC de Poitiers
- des élèves d'une classe de 6^e du collège du jardin des plantes de Poitiers
- des élèves de deux classes de terminale du lycée Victor Hugo de Poitiers

Académie de Créteil

- Institut national supérieur du professorat et de l'éducation (INSPÉ)
 - Robin Boisdeveix, directeur
 - Sophie Renaut, directrice adjointe
 - Véronique Manaranche, formatrice 1^{er} degré

- Sophie Iseler, PRAG, sciences de la vie et de la Terre
- Jean-Michel Deblicqy, PRCE, sciences de la vie et de la Terre
- Philippe Germain, MCF, physique
- Sophie Canac, MCF, sciences de l'éducation
- Françoise Rodriguez, PRCE, technologie
- Amar Tahir, PRCE technologie
- Corinne Fortin, MCF, sciences de l'éducation
- Mélanie Horwitz, PRAG lettres
- Françoise Rodriguez, PRCE, technologie
- Jonathan Fernandez, MCF, psychologie
- Jessica Guilbert, MCF, psychologie
- Maxime Coulon, étudiant en M2
- Adam Jacques, étudiant en M2
- Manon Fernandes, étudiante en M2
- Daphné Lefebvre, étudiante en M2
- Aleksandar Ristic, étudiant en M2

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

- Cabinet
 - Jean-Michel Jolion, conseiller politique de site et relations sciences - société

DGRI

- Nicolas Ngo, chef du département relations entre science et société (DGRI B6/SPFCO)

Établissements d'enseignement supérieur et de recherche

- Conservatoire national des arts et métiers (Cnam)
 - Bénédicte Fauvarque-Cosson, administratrice générale
 - Pascale Heurtel, adjointe à l'administratrice générale pour le patrimoine et la CST
- La Rochelle Université
 - Jean-Marc Ogier, président
- Université Côte d'Azur (UCA)
 - Anne-Sophie COLDEFY, chargée de mission culture scientifique et technique

EduMed

- Jean-Luc Berenguer, professeur de SVT à la retraite, collaborateur au laboratoire de Géoazur
- Fabrice Mourau, professeur de SVT chargé de mission EduMed
- Anne Von Hatten, professeure d'Histoire-Géographie, chargée de mission EduMed et éducation au développement durable
- Julien Balestra, ingénieur de recherche
- Fabrice Jouffray, enseignant à l'université et responsable de la filière MASTER MEEF SVT

Sorbonne Université

- Édouard Kierlik, professeur des universités, directeur de l'UFR de physique, Faculté des sciences
- Jean-Michel Courty, professeur des universités

Aix-Marseille Université

- Christophe Pellegrino, vice-doyen formation, Faculté de sciences

Maison pour la science Paris Île-de-France (MPLS)

- Édouard Kierlik, directeur
- Clémentine Jung, directrice adjointe

Personnalités qualifiées

- Pierre Léna, PU émérite en astrophysique, co-fondateur de La main à la pâte et membre de l'académie des sciences

Union des professeurs de physique-chimie (UPPC)

- Marie-Thérèse Lehoucq, présidente

Association des professeurs de biologie-géologie (APBG)

- David Baudeau, président

Définir la démarche scientifique : un syntagme problématique²⁵⁶

Cette annexe a pour objet d'apporter quelques éclairages issus de la philosophie, de l'histoire et de la sociologie des sciences sur la notion polysémique de démarche scientifique. Dans son acception la plus littérale, l'expression désigne le chemin suivi²⁵⁷ pour produire une connaissance scientifique. Toutefois, passée cette première définition, se multiplient les questionnements.

Ils portent, d'une part, sur le terme même de « démarche » : comment peut-on caractériser ce chemin suivi pour produire une connaissance ? Par sa finalité, visant à certifier le résultat ou permettre sa réfutabilité ? ou encore par les différentes étapes qui le ponctuent, réduisant alors la démarche en une méthode ? Est-il immuable dans le temps ou dépend-il du contexte social ? Vaut-il, enfin, pour tous les domaines du savoir ?

Le qualificatif de « scientifique » suscite également de nombreuses interrogations : si une « croyance vraie et justifiée »²⁵⁸ définit, selon la définition classique, une connaissance scientifique, sait-on différencier ce qui relève de la science et ce qui serait de la non-science ? Cette « démarcation » est-elle fixée une fois pour toute ? Est-ce l'adoption d'une démarche particulière qui définit, de manière presque tautologique, ce que serait la science ? faut-il au contraire conclure à la pluralité des démarches, au risque de ne plus reconnaître la scientificité d'un discours ou d'une pratique ?

On le voit, au-delà de son évidence première, la notion de démarche scientifique apparaît comme un syntagme en réalité problématique.

Les éclairages apportés par cette annexe concernent la période contemporaine, moment qui est « *celui d'une scientification des sociétés du Nord, d'une acceptation des sciences comme forces premières de transformations. La Science (l'emploi du singulier majuscule se généralise dans le dernier tiers du XIX^e siècle en France) devient l'alter ego de l'État, le moyen de dire le bien collectif et de proclamer sa neutralité face aux intérêts particuliers* »²⁵⁹. S'appuyant d'une part sur la réflexion de Karl Popper et, d'autre part, sur l'apport plus récent des *Science Studies*²⁶⁰, la première partie montre que coexistent – et parfois s'entremêlent – deux conceptions de la démarche scientifique, unique ou plurielle, largement tributaires des présupposés sous-jacents accolés au concept de « science »²⁶¹.

La seconde partie de cette annexe aborde la place de la notion de démarche scientifique dans le corpus de normes qui régissent la communauté scientifique telle qu'elle se constitue, comme institution, à l'époque contemporaine : s'appuyant sur le travail pionnier de Robert Merton, elle s'intéresse à deux aspects nécessairement liés de la démarche scientifique que sont les normes méthodologiques d'une part, et les normes éthiques de l'autre. Cette approche est celle qui a été adoptée par la mission.

1. Une ou des démarches scientifiques ? Le poids des présupposés épistémologiques et des conceptions de la science

Dans l'introduction de Politique de la nature, Bruno Latour demande au lecteur « *qu'il accepte de dissocier les sciences – au pluriel et en minuscules – de la Science – au singulier et en majuscule* »²⁶². Cette distinction s'avère particulièrement opérante lorsqu'il s'agit de définir la démarche scientifique, tant les réflexions des épistémologues, d'une part, comme les travaux des historiens et sociologues des sciences, d'autre part, emportent des conceptions différentes.

²⁵⁶ L'idée de syntagme problématique fait référence à un texte classique de Jean-Marc Lévy Leblond qui l'utilise à propos de la culture scientifique. Cf. Levy-Leblond J-M, La culture scientifique, pour quoi faire ?, la Pensée, 2018/4 (n° 396).

²⁵⁷ Étymologiquement, démarche désigne la marque laissée au sol.

²⁵⁸ Gettier, E, Une croyance vraie et justifiée est-elle une connaissance ?, Paris 2005

²⁵⁹ Pestre, D, Histoire des sciences et des savoirs, Tome 3 : le siècle des technosciences, Paris 2015.

²⁶⁰ Pour une présentation des *Science Studies*, voir PESTRE, D, *Introduction aux Science Studies*, Paris, 2006.

²⁶¹ Pour une présentation des principales théories de la démarche scientifique, citées dans cette annexe à titre de référence, voir Cariou, J-Y, *Histoire des démarches scientifiques*, Paris, 2019.

²⁶² Latour, B, *Politique de la nature*, Paris 2010.

1.1. Principalement centrée sur les sciences dites « exactes », l'approche épistémologique fait de la démarche scientifique un critère essentiel de scientifcité, au risque toutefois de méconnaître la diversité des domaines du savoir

La réfutabilité comme critère de scientifcité d'une théorie

Le renouveau épistémologique du premier XX^e siècle accompagne « *l'invention de la science comme autorité épistémique et politique* »²⁶³. C'est à partir des années 1850 que s'opère « *un changement historique du statut de la science qui, de passe-temps, devient un métier* »²⁶⁴, la science s'imposant alors comme « *LE système de savoir des sociétés modernes* »²⁶⁵. Dans ce contexte, la philosophie des sciences s'attelle à une double tâche : d'une part, définir ce qu'est « la » science et ce qui la distingue de la « non-science » – le problème poppérien de la « démarcation » – en identifiant pour se faire des critères de scientifcité ; d'autre part, prouver l'unicité de la science en dégageant des principes communs à l'œuvre dans les nouvelles dynamiques de production des connaissances.

Ces réflexions sont notamment conduites par les philosophes et scientifiques du cercle de Vienne, qui font paraître, en 1929, un manifeste sous le titre – significatif – de *La conception scientifique du monde*²⁶⁶ visant à combattre la métaphysique spéculative au nom de l'empirisme logique. Contemporain de ces réflexions, Karl Popper propose, avec le concept de réfutabilité, une approche qui renouvelle profondément la définition de la démarche scientifique. Pour le philosophe autrichien, en effet, « *une théorie qui n'est pas réfutable par aucun événement qui se puisse concevoir est dépourvu de caractère scientifique. Pour les théories, l'irréfutabilité n'est pas (comme on l'imagine souvent) vertu mais défaut* ». Ainsi, « *toute mise à l'épreuve véritable d'une théorie par des tests constitue une tentative pour en démontrer la fausseté (to falsify) ou pour la réfuter* »²⁶⁷. **C'est donc bien le caractère réfutable d'une théorie qui constitue le critère de sa scientifcité**, et toute la démarche scientifique consiste ainsi à traquer, par l'expérience, l'erreur permettant de la réfuter.

Une vision large de la démarche scientifique...

Si l'on suit Popper, fortement marqué par les travaux d'Einstein sur la relativité²⁶⁸, la démarche scientifique :

- ne repose pas sur une démarche inductive partant de l'observation pour ensuite viser une généralisation, laquelle s'avèreraient, ainsi que l'avait déjà montré Hume²⁶⁹, illusoire, car incapable d'établir l'universalité du phénomène observé ;
- mais repose sur le primat de la théorie (formulation d'hypothèses sur le réel), ensuite soumise à des tests visant non pas à la confirmer mais au contraire à l'infirmer. L'objet de la science n'est ainsi pas de dire le vrai, mais bien d'identifier ce qui est faux²⁷⁰ ;
- et assure ainsi la dynamique du savoir qui procède par élimination des erreurs successives – « la méthode des essais et erreurs » – et non par accumulation, la réfutation d'une théorie par une expérience générant à son tour l'énoncé de nouvelles conjectures.

²⁶³ Bonneuil, C, Pestre, D, Le siècle des technosciences (depuis 1914), in : Pestre, D, Histoire des sciences et des savoirs, Tome 3 : le siècle des technosciences, Paris 2015.

²⁶⁴ Shapin, S, Figures de scientifiques, in : PESTRE, D, Histoire des sciences et des savoirs, Tome 3 : le siècle des technosciences, Paris 2015.

²⁶⁵ Pestre, D, A contre-science. Politiques et savoirs des sociétés contemporaines, Paris 2013.

²⁶⁶ Le cercle de Vienne réunit dans les années 20 des philosophes et des scientifiques (Rudolf Carnap, Moritz Schlick, Otto Neurath). S'inspirant des travaux de Ludwig Wittgenstein, le club entend forger une nouvelle théorie de la connaissance en rupture avec la pensée métaphysique et reposant sur le positivisme logique. *La conception scientifique du monde* paraît en 1929 et le cercle se dissout en 1936 suite à l'assassinat de Moritz Schlick.

²⁶⁷ Popper, K, Conjonctures et réfutations, Paris 1985.

²⁶⁸ En formulant, en novembre 1915, la théorie de la relativité générale, Einstein prédit la courbure des rayons lumineux à proximité du soleil, précisant que si ce phénomène n'était pas observé, alors sa théorie serait incorrecte. Ce n'est qu'en 1919 que deux expériences conduites par Arthur Eddington observeront cette courbure.

²⁶⁹ Hume, D, *Enquête sur l'entendement humain*, Londres 1748.

²⁷⁰ Brahic, A, Science et croyance : l'illusion du vrai et la certitude du faux, Paris 2013.

... qui ne s'applique qu'à un nombre restreint de disciplines scientifiques

L'épistémologie de Popper²⁷¹ débouche ainsi sur une vision large de la démarche scientifique qui va bien au-delà d'une méthode, réhabilitant, comme d'ailleurs Bachelard²⁷², le rôle essentiel de l'erreur dans l'avancée de la science. Mais, en posant la nécessité de prédictions idéalement quantifiées et suffisamment précises pour pouvoir ensuite être testées dans le cadre d'expériences contrôlées permettant de les réfuter, **la démarche scientifique au sens poppérien ne s'applique guère qu'aux seules sciences de la nature que l'on commence alors à distinguer – pour mieux les valoriser sous l'appellation de sciences « exactes » – des autres domaines scientifiques²⁷³.**

La séparation des sciences de la nature et des sciences humaines et sociales

Les travaux des historiens des sciences montrent que « *la séparation entre sciences de la nature et sciences humaines et sociales s'accentue entre 1850 et 1960* ». À partir de ce moment, « *les sciences physiques et naturelles se revendiquèrent comme a-humaines, par leur objet et leur conception de l'objectivité, tandis que les sciences de l'homme et de la société se firent a-naturelles, en considérant comme le propre du devenir humain le fait de s'arracher aux déterminations naturelles et en conférant à la société une totalité autosuffisante* »²⁷⁴.

La séparation entre sciences « exactes » et SHS n'est donc pas immuable. Elle se produit dans un contexte où le développement des sociétés occidentales renforce la coupure entre nature et société, rupture ontologique qui permet de fonder, si l'on suit Latour, la Science comme une institution distincte de la Société²⁷⁵.

Comme le montrent les travaux de Philippe Descola, cette opposition est une pure convention sociale et ne représente qu'une des modalités possibles « *de la diversité des usages du monde* ». Pour l'anthropologue, « *le compromis qui avait abouti à un partage entre les spécialistes du social et ceux du naturel s'épuise* »²⁷⁶ au moment où l'anthropocène impose de « *penser une société structurée par la nature et une nature structurée par le social* ».²⁷⁷

Ainsi, « *c'est au sein des sciences physiques que se définit alors la notion de fondamentalité (...). C'est à travers la mécanique quantique et la théorie de la relativité que s'énoncent les normes de la bonne science* »²⁷⁸.

1.2. Le constat de la diversité des pratiques concrètes souligne la pluralité des démarches scientifiques, au risque cependant de réduire la démarche à une simple méthode

1.2.1. La diversité des sciences contre le « monisme méthodologique »

L'approche de Popper faisant de la réfutabilité le critère principal de la démarcation entre science et non science a suscité de nombreux débats entre philosophes des sciences, portant par exemple sur la validité de l'expérience²⁷⁹ ou encore son impact réel sur la dynamique du savoir²⁸⁰. Mais l'une des objections majeures formulées à l'encontre de cette épistémologie est de méconnaître des pans entiers des sciences.

²⁷¹ Une présentation de la réception de l'épistémologie de Popper en France se trouve dans la thèse de Jean-Yves Cariou, qui évoque dans son chapitre 2 les analyses historiques et épistémologiques des démarches scientifiques. Cf. Cariou, J-Y, *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences*, Genève, 2009.

²⁷² Gaston Bachelard a mis en évidence, dans une formule célèbre, le rôle des remises en cause incessantes comme moteur de la science : « *l'esprit scientifique se constitue sur un ensemble d'erreurs rectifiées* ». Cf. Bachelard, G, *la formation de l'esprit scientifique*, Paris 1938.

²⁷³ Les différentes classifications des sciences s'accompagnent d'une hiérarchisation des savoirs. Voir par exemple la hiérarchie des six sciences fondamentales (mathématiques, astronomie, physique, chimie, biologie, sociologie) proposée par Auguste Comte dans son *Cours de philosophie positive* en 1830.

²⁷⁴ Bonneuil, C, Fressoz, J-B, *L'évènement anthropocène. La terre, l'histoire et nous*, Paris 2016.

²⁷⁵ Latour, B, *op.cit.*

²⁷⁶ Descola, P, *La composition des mondes*, Paris, 2017.

²⁷⁷ Bonneuil, C, Fressoz, J-B, *op.cit.*

²⁷⁸ Bonneuil, C, fressoz, J-B, *op.cit.*

²⁷⁹ Chalmers, A, *Qu'est-ce que la science ? récents développements en philosophie des sciences : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*, Paris, 1990.

²⁸⁰ Kuhn, T, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, 1992.

Ainsi, le principe de réfutabilité s'applique difficilement aux sciences humaines et sociales qui, en raison du caractère large de leurs prédictions, se soumettent difficilement à des expériences contrôlées. La mise en cause de la scientificité des sciences sociales fait ainsi l'objet, dans les années 60, de « la querelle du positivisme »²⁸¹, dans laquelle Adorno affirme contre Popper la légitimité d'une sociologie dont l'objet est l'étude de la société dans sa totalité débouchant nécessairement sur une connaissance critique.

Plus généralement, au-delà des seules sciences humaines et sociales, le « monisme méthodologique »²⁸² de Karl Popper est mis à l'épreuve par le mouvement réel des sciences :

- d'une part la dynamique d'élargissement des domaines de savoirs²⁸³, sous l'impulsion des États (par exemple la psychologie sociale), des entreprises (la physique des solides) ou de la société (les sciences de l'environnement), souvent associée à de nouvelles articulations disciplinaires (la chimie des matériaux, la cristallographie) conduit à l'augmentation continue des domaines scientifiques ;
- d'autre part, le mouvement de fragmentation des disciplines²⁸⁴, souvent liée à la technicisation croissante des processus scientifiques, contribue à la multiplication de champs et sous-champs de plus en plus spécialisés ;
- enfin, la focalisation de la recherche aux interfaces contribue à brouiller les frontières entre disciplines traditionnelles en favorisant l'hybridation des savoirs.

L'organisation des savoirs : disciplines et domaines scientifiques

La discipline

Selon la définition d'Anita Krishnan²⁸⁵, six critères permettent de caractériser une discipline : un objet d'étude, un corpus de connaissances accumulées, des théories et concepts communs qui organisent le savoir accumulé, une terminologie ou un langage technique propres, des méthodes de recherche partagées, une institutionnalisation sous forme de savoir enseigné à l'école et à l'université.

Le domaine scientifique

Le domaine scientifique est un regroupement de disciplines scientifiques. Ainsi, le panel de l'*European Research Council* distingue trois domaines : *Social Sciences and Humanities*, *Physical Sciences and Engineering*, *Life Sciences* eux-mêmes divisés en 27 disciplines²⁸⁶.

On observe toutefois une multiplication des nomenclatures en fonction des usages. Le ministère de l'enseignement supérieur avance ainsi la notion de secteurs disciplinaires, au nombre de 48²⁸⁷, dans l'organisation pédagogique des licences.

1.2.2. La fin de la norme épistémologique unique

Les développements contemporains des sciences signent ainsi « la fin du rêve de l'unité des sciences, la fin de la quête du fondamental » et la fin du primat des « sciences de laboratoire »²⁸⁸ autorisant et légitimant ainsi une grande diversité de démarches, chaque champ et sous-champ du savoir proposant désormais son

²⁸¹ Cette querelle oppose, à partir de 1961, le théoricien de la théorie critique, Theodor Adorno, à Karl Popper initialement sur les questions de méthodologies propres aux sciences sociales.

²⁸² L'idée poppérienne d'une démarche unique s'oppose au dualisme épistémologique théorisé par exemple, par William Dilthey qui distingue sciences de la nature et sciences de l'esprit.

²⁸³ Le nombre des disciplines est d'ailleurs fluctuant, et les nomenclatures variables : ainsi, l'ERC identifie trois domaines disciplinaires eux-mêmes composés de 27 disciplines

(https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_Panel_structure_2021_2022.pdf) quand la direction générale de la recherche et de l'innovation recense pour sa part dix domaines scientifiques

<https://appliweb.dgri.education.fr/annuaire>ListeDs.jsp?entite=ur>

²⁸⁴ Ainsi la biologie se divise en biologie structurale, moléculaire, cellulaire, biochimie, biotechnologie, biologie synthétique, ...

²⁸⁵ Krishnan, A, *What Are Academic Disciplines ? Some Observations on the Disciplinarity v/. Interdisciplinarity Debate*, Southampton, 2009.

²⁸⁶ https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_Panel_structure_2021_2022.pdf

²⁸⁷ <https://data.esr.gouv.fr/data1ercycle/Nomenclature>

²⁸⁸ Bonneuil, C, Pestre, D, *op.cit.*

propre « discours de la méthode »²⁸⁹. La multiplicité des qualificatifs utilisés pour décrire la démarche mise en œuvre – expérimentale, inductive, hypothético-déductive, quantitative, qualitative, critique, ... – témoigne de « *la fin de la norme épistémologique unique encore rêvée en 1960* »²⁹⁰. De manière implicite, la reconnaissance de la diversité des cheminements possibles prend la forme d'une **réduction de la démarche** – « **le chemin suivi** » – en une méthode – « **le chemin à suivre** », réduction que masque la quasi-identité qui est faite entre ces deux notions.

Dans les discours sur la science, démarche et méthode apparaissent comme des termes interchangeables : « *étymologiquement, méthode désigne un chemin à suivre (meta hodos : chemin vers), tandis que démarche se rapporte à la marche suivie (plus précisément, à la marque laissée au sol), ce qui fait en français préférer ce dernier terme pour son caractère moins rigide. L'expression méthode expérimentale, que l'on trouve déjà chez David Hume (1739, voir partie 1.2.6.4.), a été consacrée au XIXe siècle (Eugène Chevreul, Claude Bernard), et l'on utilise aujourd'hui plus volontiers démarche expérimentale pour désigner le type de démarche scientifique qui, comme c'est le cas le plus fréquent, utilise le recours à l'expérience* »²⁹¹.

En définitive, deux approches distinctes de la démarche scientifique se côtoient, et parfois se mêlent :

- l'épistémologie poppérienne propose une définition large de la démarche scientifique, mais qui ne s'applique qu'à un domaine restreint, les sciences de laboratoire, méconnaissant ainsi la diversité croissante des domaines scientifiques dont la scientificité est alors mise en cause ;
- l'histoire et la sociologie des sciences, notamment dans les approches les plus récentes des *Science Studies*, soulignent au contraire, par un renversement notable de problématique, la pluralité des démarches scientifiques mises en œuvre, au risque de réduire ces dernières à une simple méthodologie, et d'estomper les frontières avec la non-science faute d'identifier un critère unique de scientificité.

Au-delà de ces distinctions, dont elle a pleinement conscience, la mission a choisi d'employer le terme « démarche scientifique » au singulier dans la mesure où la question posée consiste davantage à mettre en avant, dans la formation et la sensibilisation, ce que les démarches scientifiques singulières mise en œuvre par les différents champs de la recherche ont en commun, plutôt que ce par quoi elles diffèrent.

2. Les deux dimensions normatives, méthodologique et éthique, de la démarche scientifique : l'ethos de la science

Si elle apparaît comme un élément central des grands discours sur la (ou les) science(s), la notion de démarche scientifique joue également un rôle déterminant dans le corpus de normes encadrant et régulant les pratiques des scientifiques qui se met en place au moment où la science se constitue comme institution. Le sociologue Robert Merton la désignait ainsi comme l'*« ethos de la science »*²⁹². Cette conception bidimensionnelle de la démarche scientifique fournit une grille d'analyse très opérationnelle des actions de formation et de sensibilisation à la démarche scientifique. Elle a été utilisée par la mission, sous une forme adaptée à son sujet qui est précisée dans le texte.

2.1. La démarche scientifique comme corpus de normes méthodologiques

2.1.1. Le discours de la méthode met en avant la logique du raisonnement et les étapes successives de la production de connaissances...

L'effacement de la démarcation entre sciences et non-sciences, consécutif à la difficile d'identifier un principe épistémologique commun, comme le brouillage des frontières entre disciplines, lié notamment à la montée de l'interdisciplinarité, tendent à revaloriser la place de la méthode dans le processus de production des connaissances scientifiques. En effet, si « *l'objectif institutionnel de la science est l'extension de la*

²⁸⁹ Cariou, J-Y, *Histoire des démarches scientifiques*, Paris, 2019.

²⁹⁰ Bonneuil, C, Fressoz, J-B, *op.cit.*

²⁹¹ Cariou, J-Y, Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences, Genève, 2009.

²⁹² Merton, R, *La structure normative de la science*, Chicago, 1942. Une traduction en Français de l'article est disponible sur le site : <http://traductionlibre.over-blog.com/2017/08/la-structure-normative-de-la-science-par-robert-king-merton.html>

connaissance certifiée », comme le soutient Merton²⁹³, la question de la méthode suivie pour produire une connaissance nouvelle devient centrale, d'autant qu'il s'agit de conforter le savoir comme « *l'une des formes premières de la légitimité de l'action* »²⁹⁴. D'une certaine façon, la substitution de la méthode à la démarche permet de dépasser les apories sur lesquels peuvent déboucher les discours sur la ou les sciences.

S'il n'est certes pas nouveau, le discours de la méthode²⁹⁵ occupe ainsi désormais une place de premier rang dans la description des activités scientifiques. Deux critères sont fréquemment utilisés, le plus souvent conjointement, pour décrire les méthodes scientifiques propres à chaque discipline.

Le premier critère est celui du mode de raisonnement tenu : l'induction (qui consiste à énoncer une loi générale à partie de l'observation de faits particuliers), la déduction (la formulation de prémisses permet de formuler une conclusion), le *modus ponens* (si une proposition A implique une proposition B, si A est vraie, alors B est vraie) et le *modus tolens* (si une proposition A implique une proposition B, si B est fausse, alors A est fausse)²⁹⁶.

Le deuxième critère est celui des étapes successives aboutissant à la production d'une connaissance nouvelle : l'observation et la formulation d'une problématique, les hypothèses et la construction d'un modèle, l'observation et l'expérimentation, la communication des résultats²⁹⁷.

En outre, certains discours de la méthode accordent une place importante à la description des techniques utilisées : la simulation, l'entretien qualitatif, la statistique, l'imagerie...

2.1.2. ...mais il propose une vision idéalisée de l'activité scientifique

Passer de la démarche à la méthode permet ainsi de proposer une description plus précise du travail scientifique, au risque toutefois d'en proposer **une vision idéalisée – la rigueur, la précision, la discussion collective, éloignée de la réalité des pratiques concrètes**. Or, comme le relevait Richard Feynman dans son discours de réception du prix Nobel (1965), « *nous avons l'habitude de présenter un travail aussi bien fini que possible, d'effacer toutes nos traces derrière nous, d'oublier les impasses, de ne jamais écrire les idées fausses de départ, et ainsi de suite* »²⁹⁸. L'adoption d'une méthode rigoureuse ne signifie pas que la production d'une connaissance suit un chemin linéaire, nombre de ruptures scientifiques ayant d'ailleurs pour origine le non-respect, ou le refus, d'une méthodologie tenue pour indépassable.

²⁹³ Merton, R, *op.cit.*

²⁹⁴ Bonneuil, C, PESTRE, D, *op.cit.*

²⁹⁵ On rappelle le sous-titre du texte de Descartes : « *Pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*. DESCARTES, R, *Discours de la méthode*, Leyde, 1637.

²⁹⁶ Ces outils logiques sont décrits dans la rubrique « *l'essentiel sur la démarche scientifique* » sur le site du CEA : <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/physique-chimie/essentiel-sur-demarche-scientifique.aspx>

²⁹⁷ Idem.

²⁹⁸ Cité dans : Cariou, J-Y, *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences*, Genève, 2009.

Galilée et l'ignorance de la méthode scientifique

Dans les thèses six à onze présentées dans « *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance* »²⁹⁹, le philosophe de sciences Paul Feyerabend prend l'exemple des travaux de Galilée pour contester l'idée de méthode scientifique universelle. Ainsi, Galilée, esprit libre mais non respectueux des critères méthodologiques « *utilise des hypothèses ad hoc* », est « *totalement ignorant de la science de l'optique* » et, pour diffuser ses théories, « *fait de la propagande. Il se sert de trucs psychologiques, en plus de toutes les raisons intellectuelles qu'il a à offrir* ».

Feyerabend reprend ainsi des thèses mises en avant par Alexandre Koyré un demi-siècle plus tôt. Dans ses *Études galiléennes*³⁰⁰, l'historien des sciences discutait déjà de la réalité (« l'expérience de Pise ») et de l'utilité des expériences conduites par Galilée, dont la démarche repose sur le primat de la théorie sur l'expérimentation³⁰¹.

Pour Feyerabend, « *tout est bon* » pour faire avancer la science et il n'existe pas de méthodologies, même non directives³⁰², qui ne contreviennent à la liberté nécessaire à l'avancée des connaissances.

2.2. La démarche scientifique comme corpus de normes éthiques

2.2.1. Les fondements éthiques de l'acceptation d'une méthodologie rigoureuse

Il est rare qu'une profession se définisse d'abord et principalement par les règles méthodologiques qu'elle s'impose. C'est que, comme le relève Merton³⁰³, « *les mœurs de la science ont une rationalité méthodologique, mais elles sont contraignantes non seulement parce qu'elles sont efficaces sur le plan de la procédure, mais parce qu'elles sont considérées comme justes et bonnes. Ce sont des prescriptions aussi bien morales que techniques* ».

Les quatre normes constitutives de l'*ethos* de la science selon Merton

L'universalisme : l'acceptation ou le rejet d'une proposition ne dépend pas de la personnalité de son auteur et « *les affirmations-vérités, quelle que soit leur source, doivent être soumises à des critères impersonnels préétablis* » ;

Le communalisme : la science étant un bien public, dont « *les résultats substantiels de la science sont un produit de la collaboration sociale et sont attribués à la communauté* », elle doit pouvoir circuler librement ;

Le désintéressement : la validité des résultats suppose un système collectif de contrôle qui fait que « *les activités des scientifiques sont soumises à une police rigoureuse qui n'est sans doute égalée par aucun autre domaine d'activité* »

Le scepticisme organisé : les résultats sont soumis à la critique des pairs et « *il s'agit à la fois d'une mission méthodologique et d'un mandat institutionnel* ».

Ainsi, si le discours de la méthode occupe une telle place dans la présentation de l'activité scientifique, c'est parce qu'il renvoie et ne prend son sens qu'en référence à des valeurs sous-jacentes qui le sous-tendent. Ces normes, « *intériorisées par les scientifiques pendant leur apprentissage et entretenues par leur insertion institutionnelle dans le système, font de la science un système social distinct et relativement autonome, qu'elles stabilisent et qu'elles régulent* »³⁰⁴.

2.2.2. Démarche scientifique et intégrité scientifique

La dimension éthique de la démarche scientifique est pourtant souvent oubliée, à commencer par certains scientifiques eux-mêmes. Dans un avis récemment publié, le comité d'éthique du Centre national de la

²⁹⁹ Feyerabend, P, « *Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance* », Paris, 1975.

³⁰⁰ Koyré, A, *Études galiléennes*, Paris, 1939.

³⁰¹ Cf. le célèbre passage du *Saggiatore* (1623), selon lequel les mathématiques sont le langage de l'univers.

³⁰² Feyerabend discute en cela les thèses d'Imre Lakatos, à qui *Contre la méthode* est dédié, qui avançait que les règles méthodologiques ont pour but d'identifier les chemins à éviter (« *negative heuristic* ») et les chemins à suivre (« *positive heuristic* »). Cf. LAKATOS, I, *Histoire et méthodologie des sciences : programme de recherche et reconstruction rationnelle*, Paris, 1994.

³⁰³ Les citations sont extraites de la traduction proposée en ligne sur le site : [LA STRUCTURE NORMATIVE DE LA SCIENCE par Robert King MERTON - TRADUCTIONS LIBRES \(over-blog.com\)](http://LA STRUCTURE NORMATIVE DE LA SCIENCE par Robert King MERTON - TRADUCTIONS LIBRES (over-blog.com))

³⁰⁴ Bonneuil, C, Joly, P-B, *op.cit.*

recherche scientifique déplorait ainsi « *le comportement irresponsable de certains chercheurs qui ignorent, ou veulent ignorer, les fondements de la démarche scientifique que sont la rigueur, l'honnêteté, la fiabilité et la transparence des méthodes utilisées et l'évaluation critique des publications par les pairs* »³⁰⁵.

Il n'y a donc pas de méthodologie rigoureuse qui vaille si elle ne s'appuie sur un corpus de valeurs auxquelles souscrivent les scientifiques, valeurs qui fondent « *les règles qui gouvernent la pratique de la recherche* », et où se joue « *le capital de confiance accordé aux scientifiques* »³⁰⁶. C'est pourquoi sensibiliser et former les élèves à la démarche scientifique ne saurait se réduire au seul enseignement d'une méthodologie coupée des questionnements philosophiques, historiques et sociologiques adressés aux sciences dans les sociétés contemporaines.

³⁰⁵ Comité éthique du CNRS, avis n° 2021-42 du 25 juin 2021 relatif à la communication scientifique en période de crise sanitaire, disponible sur : [Avis du COMETS "Communication scientifique en situation de crise sanitaire : profusion, richesse et dérives"](https://comets.cnrs.fr/avis-du-comets-communication-scientifique-en-situation-de-crise-sanitaire-profusion-richesse-et-derves/) [COMETS \(cnrs.fr\)](https://comets.cnrs.fr)

³⁰⁶ Corvol, P, Bilan et propositions de mise en œuvre de la charte nationale d'intégrité scientifique, Paris, 2016. L'intégrité scientifique est entrée dans le code de la recherche aux articles L. 114-3-1 et L. 211-2.

La place de la démarche scientifique dans l'enseignement des sciences, quelques repères historiques

La question de la sensibilisation et de la formation des élèves à la démarche scientifique irrigue l'ensemble des réflexions qui préparent, accompagnent puis évaluent un enseignement des sciences à l'École qui ambitionne, depuis ses origines, de « former l'esprit scientifique ». De fait, la réflexion sur les contenus disciplinaires s'est toujours accompagnée, avec une intensité variable selon les périodes, d'une volonté de calquer les pratiques pédagogiques sur la réalité de l'activité scientifique, tout en veillant à assurer aux élèves, à côté de visées plus utilitaristes, une culture scientifique minimale. Il s'agit bien d'enseigner, non seulement des savoirs, mais aussi une « démarche » ou une « méthode » scientifique³⁰⁷ dans le cadre d'un enseignement d'emblée conçu comme plus « moderne » que celui des humanités dites « classiques », nourrissant ainsi un débat constant – et souvent vif – où interviennent tenants des différentes disciplines, scientifiques et chercheurs, didacticiens et pédagogues.

L'objet de cette chronologie commentée³⁰⁸ est de donner quelques repères permettant de replacer ce dialogue continu entre héritiers de la *Magna Didactica*³⁰⁹ et enfants de l'*Instauratio Magna* dans le temps long du déploiement d'un enseignement des sciences en France.

La première partie retrace la construction progressive de cet enseignement qui émerge comme projet politique sous la révolution française, puis se met progressivement en place jusqu'au vote des lois scolaires de 1882, qui consacrent sa pleine légitimité au sein de l'École républicaine. Les constats récurrents d'une « crise » de l'enseignement scientifique nourrissent, tout au long du XX^e siècle, des réformes pédagogiques d'ampleur, qui sont abordées dans la deuxième partie. Au tournant du millénaire, le renouveau de la comparaison internationale, sous l'influence des travaux de l'OCDE, contribue à revivifier des questionnements anciens – la formation des enseignants, l'attraction des filières scientifiques, le développement d'une culture scientifique – qui sont analysés dans la troisième partie.

1. Modalités spécifiques de transmission des savoirs et pratiques pédagogiques à mettre en œuvre pour former l'esprit scientifique constituent deux éléments structurants de la construction de l'enseignement des sciences au XIX^e siècle

L'enseignement des sciences s'inscrit au cœur du projet scolaire de l'État « émancipateur » puis « éducateur » du XIX^e siècle.

1.1. Enseigner les sciences est une exigence du projet républicain sous la Révolution française

La Révolution française inscrit l'enseignement des sciences dans le cadre d'un idéal politique « émancipateur » qui lie étroitement projet éducatif et politique de recherche. Elle constitue ainsi un moment fondateur pour l'enseignement des sciences qu'elle inscrit durablement à la jonction de deux impératifs d'intérêt national : la nécessité d'accompagner le développement des sciences et techniques en construisant un cadre national de recherche, et la mise en œuvre d'un projet éducatif qui entend combiner objectifs politiques émancipateurs et visées plus utilitaires.

³⁰⁷ La confusion fréquente entre la méthode (étymologiquement le chemin à suivre) et la démarche (i.e. le chemin suivi) n'est pas sans effets sur les modalités d'enseignements. Cf. partie II.

³⁰⁸ Cette chronologie s'appuie notamment sur l'ouvrage de Bruno Belhoste, *Les sciences dans l'enseignement secondaire français – textes officiels*, tome 1 : 1789-1914, qui permet un accès direct aux textes. Pour le XX^e siècle, on peut s'appuyer sur le blog de Samuel Huet qui propose une sélection de textes officiels de 1860 à nos jours ([Textes et rapports officiels \(samuelhuet.com\)](http://www.samuelhuet.com)). Plusieurs synthèses sont également disponibles : « *évolution de l'enseignement scientifique* » rédigée par Victor Host, 1998 ; texte de Jean Hébrard sur l'histoire de l'enseignement des sciences en France depuis le XVI^e siècle sur le site de La main à la pâte (<https://www.fondation-lamap.org/>)). Enfin, le rapport de l'académie des sciences et de l'académie des technologies intitulé « Sciences et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens », novembre 2020, propose une annexe 1 consacrée à une mise en perspective historique de l'enseignement des sciences à l'école primaire.

³⁰⁹ Œuvre du grammairien tchèque Coménius (1592-1670), la *Magna Didactica* est considérée comme l'œuvre fondatrice de la science de l'éducation. L'*Instauratio Magna* est l'œuvre du philosophe anglais Francis Bacon (1561-1626), dont la deuxième partie, *Novum organum scientiarium*, accorde une place centrale à l'expérimentation.

1.1.1. La construction d'un cadre nouveau pour la recherche scientifique

La révolution intervient à un moment de profondes évolutions des pratiques scientifiques :

- les sciences se professionnalisent « par la création de revues spécialisées (*Annales de chimie*, 1789 ; *Journal des mines*, 1795 ; *Annales des mathématiques*, 1810), de chaires (anatomie comparée) et d'écoles spécialisées (géographes), par la formation d'une terminologie classificatoire nouvelle du savoir, empruntée à l'étranger (*technologie*, 1793) » ;
- les savoirs se rénovent et les champs disciplinaires s'élargissent, notamment sous l'influence des « *sciences médicales et les sciences humaines* (...) : *l'histoire, où le doute systématique de Volney réduit l'érudition traditionnelle au milieu académique, l'orientalisme, qui se construit en liaison avec l'ouverture du monde, comme la géographie et l'ethnographie* »³¹⁰ ;
- la circulation des idées (via l'essor de la correspondance) et la diffusion des connaissances augmentent sensiblement.

L'enseignement des sciences à l'école apparaît ainsi à une période où s'opère « *le passage entre la génération de la science encyclopédique, issue des collèges et de l'Académie royale, et celle de la science positiviste, formée dans les institutions professionnelles nées du mouvement de surface révolutionnaire* » (P. Bret), ensuite mise au service de « *cette grande utopie de transformation de sujets en citoyens* »³¹¹. Dans ce contexte, la Révolution construit, à partir de l'an II, un « *modèle technocratique d'administration de la recherche par les corps d'État de formation polytechnicienne* »³¹². La création de l'École polytechnique, du Conservatoire national des arts et métiers, de l'École normale supérieure en 1794, de l'École des langues orientales en 1795 forment l'ossature de ce modèle d'encadrement de la recherche.

1.1.2. L'annonce d'un projet éducatif global qui mêle utopie politique et visées utilitaristes

La Révolution cristallise par ailleurs « *l'élan utopique propre aux Lumières* »³¹³ et promeut le développement d'une instruction qui n'a pour objet que « *d'enseigner des vérités* » (Condorcet). Aussi, le projet de décret sur l'organisation de l'instruction publique présenté les 20 et 12 avril 1792 accorde la prééminence aux disciplines scientifiques – sciences mathématiques et physiques – dans les 110 instituts envisagés, considérant que « *la littérature a des bornes, les sciences d'observations et de calcul n'en ont point* » et qu'il importe de céder à « *l'impulsion générale des esprits qui, en Europe, semble se porter vers ces sciences avec une ardeur toujours croissante* »³¹⁴. Deux ans plus tard, le comité d'instruction publique, présidé par Joseph Lakanal, décide le 24 octobre 1794 la création d'une école normale de Paris ouverte « *aux citoyens déjà instruits dans les sciences utiles* ». Elle doit permettre de former des instituteurs capables d'enseigner les sciences : « *dans ces écoles, ce n'est donc pas les sciences qu'on enseigne, mais l'art de les enseigner ; au sortir de ces écoles, les disciples ne devront pas être seulement des hommes instruits, mais des hommes capables d'instruire* »³¹⁵.

1.2. La légitimité d'un enseignement des sciences n'est toutefois acquise qu'au terme d'un lent processus de construction

Ainsi que le relève Jean Hébrard, « *la Révolution n'a pas le temps de mettre en œuvre les réformes radicales qu'elle imagine. Il faut près d'un siècle pour que viennent s'inscrire dans la réalité des lois et des pratiques l'esprit du plan d'instruction de Condorcet et celui des projets de bien d'autres visionnaires de cette période extraordinairement riche en idées généreuses* ». Trois grandes étapes marquent le développement de l'enseignement des sciences.

³¹⁰ Bret, P, *La révolution à l'œuvre. Nouvelle lecture de l'histoire des sciences et des techniques sous la Révolution*, Rennes, 2005 ;

³¹¹ Chappay, J-L, *La révolution des sciences. 1789 ou le sacre des savants*, Paris 2020.

³¹² Bret, P, *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*, Annales historiques de la révolution française, 2002.

³¹³ Baczko, B, *Une éducation pour la démocratie. Textes et projets de l'époque révolutionnaire*, Genève, Droz, 2000

³¹⁴ https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3727

³¹⁵ [Rapport par le représentant Lakanal, au nom du comité d'instruction publique, sur les écoles normales, lors de la séance du 3 brumaire an III \(24 octobre 1794\) - Persée \(persee.fr\)](#)

1.2.1. La Loi Guizot de 1833

Adoptée le 28 juin, elle organise l'enseignement primaire des garçons et prévoit un enseignement des sciences pour les écoles primaires supérieures : « *L'instruction primaire supérieure comprend nécessairement, en outre, les éléments de la géométrie et ses applications usuelles, spécialement le dessin linéaire et l'arpentage, des notions des sciences physiques et de l'histoire naturelle applicables aux usages de la vie, le chant, les éléments de l'histoire et de la géographie, et surtout de l'histoire et de la géographie de la France* ».³¹⁶

1.2.2. La réforme de « la bifurcation » de 1852

Par le décret du 10 avril relatif au nouveau plan d'études³¹⁷, le ministre de l'instruction publique Hippolyte Fortoul institue, pour les élèves appelés à poursuivre leurs études en division supérieure après la classe de quatrième, deux sections, l'une à dominante littéraire, l'autre à dominante scientifique. Cette « bifurcation » conduit à deux baccalauréats distincts d'égale valeur, l'un « ès lettres » et l'autre « ès sciences », alors que le premier baccalauréat ès science du 17 mars 1808, peu recherché, n'était qu'un grade complémentaire du baccalauréat ès lettres.

Mal reçue par les familles et les maîtres, la réforme de la bifurcation fait l'objet d'une grande enquête en octobre 1864 à la demande du ministre Victor Duruy. Le décret du 4 décembre 1864 entérine la fin de la bifurcation : « *j'ai l'honneur de proposer à l'Empereur de laisser tomber ce qui de soi-même s'écroule, de supprimer les classes dites secondes scientifiques, rhétorique scientifique, philosophie scientifique* ». Le baccalauréat ès sciences ne peut être obtenu qu'à l'issue d'une année de cours particulier de mathématique élémentaire suivi après le cycle complet d'études littéraires couronné par le baccalauréat ès lettres.

1.2.3. Les lois Ferry de 1882

La loi du 28 mars 1882³¹⁸ dispose que « *Les éléments des sciences naturelles mathématiques et physiques ; leurs applications à l'agriculture, à l'hygiène, aux arts industriels, travaux manuels et usage des outils des principaux métiers* » participent à l'enseignement primaire devenu obligatoire.

L'arrêté du 27 juillet 1882 relatif à l'organisation pédagogique et au plan d'études des écoles primaires³¹⁹ précise que « *l'enseignement scientifique occupera en moyenne, et suivant les cours, d'une heure à une heure et demie par jour, savoir : trois quarts d'heure pour l'arithmétique et les exercices qui s'y rattachent, le reste pour les sciences physiques et naturelles (avec leurs applications), présentées d'abord sous la forme de leçons de choses, et plus tard étudiées méthodiquement* ».

Généralisé suite la loi du 21 décembre 1880 votée à l'initiative de Camille Sée, qui retire le monopole de l'éducation des filles à l'Église, l'enseignement secondaire des jeunes filles intègre des programmes de sciences reprenant, de manière plus succincte, ceux des garçons.

Critiqué pour leur longueur, les programmes scolaires sont révisés en juillet 1897³²⁰, la réduction des horaires concernant principalement les sciences physiques et naturelles. Ainsi que le relève le rapport préparatoire d'Henri Bemès, « *quelques membres de la commission, et des plus avisés, (...) auraient voulu qu'on adoptât plus nettement une démarche plus conforme à la vraie méthode des sciences de la nature (...) Des phénomènes auraient été analysés, disséqués devant elles, de façon à les mettre en présence de la nature, à les faire remonter des faits aux lois, à leur montrer, pour ainsi dire, la science se faisant sous leurs yeux* ».

Qu'il faille près d'un siècle pour assoir l'existence d'un enseignement des sciences témoigne de l'ampleur des résistances qu'il a dû affronter : celles-ci tiennent *in fine* moins à la nécessité d'un enseignement scientifique qu'au positionnement des sciences dans la hiérarchie sociale des savoirs : il faut attendre la réforme de 1902, puis l'échec de la tentative de Léon Bérard de 1923 pour rétablir la prééminence du latin, pour que le rôle des sciences dans la formation des élèves soit définitivement acquis.

³¹⁶ Loi Guizot, article 1. <https://www.education.gouv.fr/loi-sur-l-instruction-primaire-loi-guizot-du-28-juin-1833-1721>

³¹⁷ https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1972_num_20_1_1819

³¹⁸ <https://www.education.gouv.fr/loi-sur-l-enseignement-primaire-obligatoire-du-28-mars-1882-10526>

³¹⁹ https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_5_2_1975

³²⁰ https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3798

1.3. Les instructions ministérielles accordent la plus grande importance aux pratiques concrètes d'enseignement des sciences dans les classes

Les pouvoirs publics accordent la plus grande attention à la manière dont sont acquises les connaissances (i.e. la didactique) et à la définition de pratiques adaptées à la nature des savoirs disciplinaires (i.e. la pédagogie) : chaque réforme législative d'importance s'accompagne ainsi d'un travail important de préparation et de suivi.

La réforme de la bifurcation est ainsi préparée par le rapport du chimiste Jean-Baptiste Dumas sur « *l'état actuel de l'enseignement scientifique* »³²¹. Daté du 6 avril 1847, le rapport commandé au doyen de la faculté des sciences de Paris, propose d'organiser les collèges royaux en trois filières distinctes : littéraires (7ans), scientifiques (6 ans) et écoles préparatoires. Estimant que « *la constitution d'un véritable enseignement classique des sciences est (...) une entreprise grave et délicate* », le rapport souligne que « *la physique, la chimie, les sciences naturelles doivent être enseignées dans les collèges à un point de vue tout à fait usuel. Il s'agit de donner une idée juste de toutes les parties essentielles de ces sciences, une explication suffisante des phénomènes naturels que l'élève est dans le cas d'observer, une connaissance claire des objets ou appareils qui passent sans cesse sous ses yeux ou dans ses mains, et non pas seulement une exposition dogmatique de la théorie* ». Dumas précise que « *dans tout collège scientifique, il faut donc instituer des manipulations dès l'origine* ».

Une fois adoptée, la réforme Fortoul fait l'objet d'un suivi attentif de sa mise en œuvre : l'instruction aux recteurs du 15 novembre 1854 aborde ainsi de manière détaillée la place des sciences depuis les classes élémentaires jusqu'aux divisions supérieures. L'instruction réfute l'idée d'avoir « *consacré le divorce des sciences et des lettres* » et insiste sur la nécessité d'un enseignement pratique et concret : « *si le professeur leur fait réellement comprendre la science, ses élèves seront sans doute moins brillants, mais il leur aura donné des notions plus solides et plus durables. Pour y parvenir, il doit les accoutumer, par de fréquents exemples, à trouver eux-mêmes des raisonnements, à tirer des conséquences, à préciser des conclusions, à développer des applications. S'adressant d'abord aux sens, il doit partir de l'expérience fondamentale...*

Souhait d'un enseignement pratique et concret que reprend l'instruction ministérielle sur l'enseignement scientifique dans les lycées³²² de 1865 : s'appuyant sur des « *rédactions courtes (...), exercices d'application nombreux et soigneusement gradués* », le professeur « *évitera les démonstrations trop abstraites (...) et insistera sur la discussion des problèmes, parce que cet exercice est le plus profitable de tous pour familiariser les élèves avec les vraies méthodes scientifiques et pour donner à leur esprit de la souplesse et de l'activité inventive* », recommande le ministre Victor Duruy. Ainsi, « *l'enseignement des sciences, intimement uni à celui des lettres, sera dirigé de manière à développer progressivement la faculté du raisonnement* ».

Ce travail de réflexion et d'accompagnement, œuvre conjointe de l'inspection générale et des milieux universitaires, principalement tourné vers les modalités concrètes d'enseignement, trouve sa forme aboutie avec la réforme de 1902 qui fixe durablement les formes de l'enseignement des sciences dans les classes des établissements scolaires.

³²¹ https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3766

³²² https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3781

2. De la « leçon de choses » à la démarche d'investigation : la question de la démarche scientifique s'inscrit au cœur des transformations de l'enseignement des sciences

2.1. La réforme pédagogique de 1902 fixe durablement les modalités d'enseignement des sciences

Annoncée par les plans d'études de 1880³²³ et 1890³²⁴, et l'instauration du baccalauréat « moderne » en 1891, la réforme pédagogique du lycée de 1902 marque une nouvelle rupture :

- elle conforte, d'une part, le statut des sciences, désormais partie prenante de la culture au côté des humanités classiques³²⁵. Ainsi, « *le terrain se dégage pour un secondaire "moderne", c'est-à-dire sans latin, faisant plus de place aux sciences* »³²⁶ ;
- elle définit, d'autre part, un nouveau cadre pédagogique reposant sur le recours systématique à l'expérimentation, que rendent possible la mise en place des travaux pratiques et la généralisation, dans les lycées, de « *cabinets de sciences expérimentales* » à l'initiative de l'inspecteur général Lucien Poincaré.

La nouvelle architecture scolaire issue de la réforme de 1902

La scolarité au lycée s'organise en deux cycles :

- le premier cycle comprend deux sections : A, avec latin ; B, sans latin. La durée du premier cycle, de quatre années, est la même que celle du primaire supérieur ;
- le second cycle, d'une durée de trois ans, s'organise en quatre sections : section A : latin-grec, section B : latin-langues, section C : latin-sciences et section D : sciences-langues.

Le second cycle débouche sur un même baccalauréat en deux parties.

L'enseignement des sciences est présent dans les deux cycles, ce qui conduit à un profond rééquilibrage des disciplines. Les programmes sont rénovés sous la conduite de Louis Liard, vice-recteur de l'académie de Paris, et la durée du cours est fixée à une heure.

Comme le relève Alain Prost, « *la réforme de 1902 a ainsi défini une architecture des études secondaires durable : elle a subsisté, sans altérations majeures, jusqu'à la refondation gaullienne* ».³²⁷

Violemment critiquée sur les plans politique et pédagogique, la réforme de 1902 fixe pourtant durablement les modalités d'enseignement des sciences dans les classes.

2.1.1. À l'école primaire : « le maître n'a pas à faire de cours »

La réforme de 1902 renforce la place de la « leçon de choses », popularisée en France par Marie Pape-Carpantier³²⁸ et rendue obligatoire par la loi Ferry de 1882, dont l'objet est « *moins d'instruire les enfants, d'augmenter ses connaissances, que de lui apprendre à se servir de ses sens, de son intelligence, de son raisonnement, pour le mettre en état d'augmenter lui-même son savoir* »³²⁹. L'arrêté du 23 février 1923 modifiant le programme des écoles primaires élémentaires rappelle sa place éminente pour tous les cours du primaire, et une longue instruction du 20 juin 1923 revient sur l'esprit des nouveaux programmes de sciences³³⁰ : « *dans toutes les écoles, à tous les cours, la méthode employée doit être une méthode fondée sur l'observation et l'expérience. C'est à dessein qu'on a effacé du programme le titre : "Sciences physiques et naturelles", pour le remplacer par cette expression "Leçons de choses, en classe et en promenade". Elle signifie que le livre ne doit jouer, dans cet enseignement, qu'un rôle secondaire. Elle signifie que le maître n'a pas à faire de cours : il doit, en classe et en promenade, faire observer et faire expérimenter* ».³³¹

³²³ La rédaction du temps consacré aux langues anciennes et la fin du discours latin profite à l'enseignement des auteurs français, à l'histoire-géographie et aux sciences.

³²⁴ L'enseignement du latin représente encore dix heures par semaine en 6^e et 5^e, contre trois heures pour le Français.

³²⁵ Hulin, N, *Physique et humanités scientifiques. Autour de la réforme de l'enseignement de 1902. Études et documents*, 2000.

³²⁶ Boissinot, A, *La réforme de 1902 et les humanités modernes*, Administration et éducation 2020/3.

³²⁷ Prost, A, *Du changement dans l'école. Les réformes de l'éducation de 1936 à nos jours*, 2013.

³²⁸ Aux États-Unis, John Dewey (1859-1956) développe la notion de *Object Lessons* qu'il met en œuvre dans son « école-laboratoire » de l'université de Chicago.

³²⁹ <http://www.inrp.fr/edition-electronique/lodel/dictionnaire-ferdinand-buisson/document.php?id=3034>

³³⁰ <https://www.samuelhuet.com/41-paid/textes-officiels/930-instructions-officielles-de-juin-1923-1.html>

³³¹ <https://www.samuelhuet.com/paid/41-textes-officiels/932-instructions-officielles-de-juin-1923-3>

2.1.2. Au lycée : « le professeur s'abstiendra de toute théorie »

Les méthodes d'enseignement doivent être concrètes en mathématiques, « expérimentales » en physique, reposer sur l'observation directe en sciences naturelles et sur la conversation en langues. À cette fin, le Conseil supérieur de l'instruction publique dispense toute une série de conseils aux professeurs pour appliquer les nouveaux programmes adoptés le 31 mai 1902³³². À titre d'exemple, l'enseignement du calcul en classe de sixième s'ouvre par cette recommandation qui confine à l'injonction : « *le professeur s'abstiendra de toute théorie* ».

2.2. La remise en cause du cadre de 1902 intervient dans les années 60

Le cadre fixé par la réforme de 1902 pour l'enseignement des sciences demeure inchangé jusque dans les années 60, où s'exprime une puissante exigence de rénovation. Celle-ci tient à la conjonction de trois facteurs.

2.2.1. La modification du regard porté sur la science

Le premier facteur est la modification du regard sur la science qu'apporte la lecture des épistémologues – ce n'est qu'en 1973 qu'est traduit en français l'ouvrage de Karl Popper *La logique de la découverte scientifique*, initialement paru en 1934, dans lequel le philosophe met en avant le caractère non linéaire de la recherche scientifique. De même, les travaux de Mirko Grmek sur Claude Bernard³³³ montrent les écarts existants entre la description théorique de la méthode expérimentale³³⁴ (le triptyque observation – hypothèse – expérimentation) et la réalité des recherches conduites par le médecin telle que la dessinent ses cahiers de laboratoire.

2.2.2. La critique de la pédagogie traditionnelle

Ce nouveau regard épistémologique favorise le développement d'une analyse critique de la pédagogie mise en œuvre dans le cadre de l'enseignement des sciences, deuxième facteur de remise en cause du cadre de 1902.

C'est en 1960 que Louis Legrand fait paraître *Pour une pédagogie de l'étonnement*, dans lequel il développe « une critique des méthodes traditionnelles d'apprentissage, fondées sur une représentation objectiviste de la vérité (marque, selon Legrand, de l'influence du positivisme sur l'école française), et une représentation dualiste de la connaissance : il y a des vérités objectives à connaître et les sujets connaissant (les élèves) sont placés vis-à-vis d'elles dans un rapport profondément contemplatif »³³⁵.

Trois ans plus tôt, les partisans de la pédagogie Freinet formulaient déjà les mêmes reproches à l'encontre des méthodes traditionnelles : « nous voulons montrer que la formation scientifique n'est pas exclusivement le produit de machines plus ou moins modernes et perfectionnées. C'est dès la plus tendre enfance que se préparent les chercheurs de demain. Au lieu de boucher l'horizon des enfants par un enseignement dogmatique où la curiosité naturelle ne trouve plus sa nourriture, il nous faut familiariser nos élèves avec la recherche et l'expérimentation. Il nous faut leur donner le besoin et le sens scientifiques. Les réussites de nos classes nous montrent que la chose est possible. Mais il y faut un changement radical dans la pratique pédagogique, et donc une organisation nouvelle et des outils dont nous avons créé les modèles »³³⁶.

2.2.3. L'essor de la didactique des sciences

Ces deux premiers facteurs se conjuguent pour favoriser l'essor de la didactique des sciences, sous l'impulsion de Victor Holst³³⁷ et des chercheurs réunis à l'Institut national pédagogique. Étudiant les « phénomènes d'enseignement et d'apprentissage dans les institutions dédiées à l'enseignement (écoles, collèges, universités, ...) et plus généralement l'étude de toute forme d'acculturation aux sciences dans la

³³² https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3800

³³³ Catalogue des manuscrits de Claude Bernard, 1968 ; raisonnement expérimental et recherches toxicologiques chez Claude Bernard, 1973.

³³⁴ Bernard, C, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 1865.

³³⁵ Khan, P, *Louis Legrand et l'éveil*, les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle, 2018/2

³³⁶ L'enseignement des sciences, novembre 1957, disponible sur le site de l'ICEM <https://www.icem-pedagogie-freinet.org/note/38394>

³³⁷ Astolfi, J-P, *Victor Holst penseur de l'éveil et promoteur de la didactique des sciences*, Presses universitaires de Caen, Le Télémaque, 2008/2 (n°34). Victor Host, qui dirige la section sciences, côtoie à l'INP Louis Legrand qui dirige la section recherche.

société »³³⁸, la recherche en didactique des sciences va dénoncer avec force, en forgeant le sigle OHERIC³³⁹, la « démarche ritualisée » mise en œuvre dans les classes, révélateur d'une méthode expérimentale tombée dans « l'ornière positiviste »³⁴⁰.

2.3. La remise en cause des méthodes traditionnelles conduit à multiplier les expérimentations qui débouchent sur le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et des technologies

La remise en cause des méthodes traditionnelles d'enseignement des sciences débouche sur un vaste mouvement de rénovation à la faveur de la mise en place des activités d'éveil (1969-1985) puis de la démarche d'investigation.

2.3.1. Les activités d'éveil

L'exigence de rénovation pédagogique s'impose dans les années 60 et est mise en lumière par le succès retentissant du colloque organisé à Amiens en mars 1968 par l'association d'étude pour l'expansion de la recherche scientifique³⁴¹. Préparé par la commission de rénovation pédagogique initialement réunie en mars 1968 (commission Peyrefitte), l'arrêté du 7 août 1969³⁴² institue à l'école le « tiers temps pédagogique » sur la base d'une nouvelle répartition horaire : 15 heures pour le français et le calcul ; 6 heures pour les « disciplines d'éveil » (sciences, histoire-géographie) ; 5 heures pour l'éducation physique et sportive.

Toutefois, intervenant dans un contexte de profondes transformations³⁴³, la pédagogie de l'éveil se heurte à une forte hostilité suscitée par la publication des nouveaux programmes de 1970 et 1971, les débats se focalisant sur l'introduction des « mathématiques modernes » préparées par la commission Lichnerowicz³⁴⁴ et le plan de rénovation du français³⁴⁵. Les profondes divisions de l'opinion comme du monde enseignant, dans un contexte de radicalisation idéologique, conduisent à l'échec du mouvement de rénovation pédagogique : « si l'éveil a enterré la leçon de choses, il n'a pu se prévaloir d'une aussi grande longévité que celle de sa victime : consacré par les instructions officielles de 1977, il disparaît avec celles de 1985³⁴⁶ signées Jean-Pierre Chevènement »³⁴⁷.

2.3.2. La didactique des sciences et la promotion de la démarche d'investigation

La didactique des sciences se développe en France à la fin des années 60 (les sciences de l'éducation sont une discipline universitaire depuis 1967) dans un contexte marqué par les critiques de la pédagogie traditionnelle des sciences et la volonté de rénover, avec la commission Lagarrigue instituée en 1971, l'enseignement des sciences physiques. Nommé en 1969 directeur de la section Sciences de l'Institut national de recherche pédagogique (INRP), Victor Host (puis ses successeurs) va promouvoir une pédagogie de l'éveil qui sert de matrice à l'émergence d'un modèle didactique³⁴⁸ propre à l'enseignement des sciences.

Ce modèle dit « constructiviste » repose sur le recours aux méthodes actives mises en place au tournant du XX^e siècle aux États-Unis par John Dewey et le choix d'un objet support à l'observation et à l'expérimentation, offrant aux enfants la possibilité de formuler un problème pour déboucher sur la recherche de solutions, dans une perspective essentiellement heuristique. Ainsi, « *le modèle investigation -*

³³⁸ Définition proposée par l'ARDIST (association pour la recherche en didactique des sciences et des technologies) sur son site : <https://ardist.org/lassociation/presentation/>

³³⁹ Le sigle OHERIC, pour Observation – Hypothèse – Expérience – Résultats – Interprétation – Conclusion, apparaît dans la thèse d'André Giordan, *Rien ne sert de courir, il faut partir à point*, 1976.

³⁴⁰ Cariou, J-Y, *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences*, Université de Genève, janvier 2009

³⁴¹ Robert, A D, *Autour de mai 68, la pédagogie en question. Le colloque d'Amiens*, Les sciences de l'éducation – Pour l'ère nouvelle, 2008/3 (n°41)

³⁴² [https://www.legifrance.gouv.fr/download/securePrint?token=\\$OSmnL4Gwi5SV0kmtcli](https://www.legifrance.gouv.fr/download/securePrint?token=$OSmnL4Gwi5SV0kmtcli)

³⁴³ Introduction de la notation à l'américaine, suppression du latin en 6^{ème} et 5^{ème}, fin des classements, suppression des compositions,

³⁴⁴ Patras, F, *Les origines des mathématiques modernes*, la pensée mathématique contemporaine, 2001

³⁴⁵ Romian, H, *Un « plan de rénovation » de l'enseignement du français à l'école élémentaire en 1970*, 2014. Le plan de rénovation, remanié, est finalement publié en 1972.

³⁴⁶ <http://www.formapex.com/telechargementpublic/textesofficiels/19851.pdf>

³⁴⁷ Khan, P, *L'enseignement des sciences de Ferry à l'éveil*, Ifé-ENS Lyon, 2000.

³⁴⁸ Astolfi J-P, *Victor Host, penseur de l'éveil et promoteur de la didactique des sciences*, le Télémaque, 2008/2 (n° 34)

structuration correspond à "une démarche", et non pas à "une" ou à "la" méthode (itinéraire balisé), ou à "la" démarche. Il rend possible le tâtonnement et il autorise une certaine souplesse et des adaptations »³⁴⁹.

Sur le plan des thématiques de recherche, la didactique des sciences s'intéresse à la construction des savoirs en cherchant à en identifier les obstacles³⁵⁰, pose la question des relations entre langage et apprentissage, et propose, sur un plan pédagogique, une approche en deux temps « investigation - structuration »³⁵¹ : l'investigation comme capacité à reproduire la démarche scientifique ; la structuration des connaissances acquises comme objectivation permettant aux élèves d'en apprêhender le caractère scientifique.

Loin de se réduire à « une espèce de canevas qui présenterait une manière plus ou moins ordonnée d'étapes (de fait, une méthode) pour faire de l'enseignement scientifique en classe »³⁵², le modèle « investigation - structuration » constitue une contribution française à une réflexion plus générale portant sur l'enseignement des sciences (*Inquiry-Science Based Education* ou ISBE) dont l'association La main à la pâte se fait, dans les années 90, le relais, avant que la démarche d'investigation n'entre officiellement dans les programmes scolaires en 2005.

2.3.3. La démarche d'investigation

L'échec de l'éveil et le recentrage des programmes de sciences et technologies sur les « notions » (1985) puis sur le « concret » (1995) ne mettent pas fin au besoin de renouvellement d'une pédagogie des sciences dont la référence méthodologique demeure, constante des instructions ministérielles depuis le XIX^e siècle, la démarche inductive partant de l'observation.

Partant du double constat de la quasi-disparition des sciences dans l'enseignement primaire³⁵³ et de la nécessité d'aider les enseignants du primaire, le plus souvent de formation littéraire, Georges Charpak, Pierre Léna et Yves Quéré créent en 1996, avec le soutien de l'Académie des sciences, l'association La main à la pâte. S'inspirant de l'expérience américaine Hands on initiée par le prix Nobel de physique Léon Lederman³⁵⁴, une vaste expérimentation reposant sur une démarche d'investigation se déploie dans un nombre croissant d'écoles (cinq départements à la rentrée 1996, trente et un à la rentrée 1999) tandis que se développent les outils d'appuis (réécriture des vingt fiches de connaissances par l'inspection générale en 1997, ouverture du site internet La main à la pâte en 1998, création des premières « maisons pour la science » dans les universités en 2012 à l'initiative de l'Académie des sciences).

La démarche d'investigation

« Amener les élèves à mettre en œuvre une démarche d'investigation, c'est proposer aux élèves de mener une enquête à partir d'une situation problème proposée par le professeur. Une démarche scientifique s'appuiera nécessairement sur des faits, des observations, des mesures : cette contrainte permet notamment de distinguer l'opinion de l'argumentation scientifique. L'appropriation du problème par les élèves est essentielle pour que la démarche prenne réellement sens. La phase de recherche proprement dite (ou résolution du problème par les élèves) ne doit pas se résumer à une succession d'étapes prédéfinies dans un ordre immuable. L'observation, la manipulation, l'expérimentation, la modélisation, la recherche documentaire sont des modalités possibles de démarche scientifique qui peuvent s'articuler entre elles sans ordre prédéfini. Aucune d'entre elles n'est un incontournable : le choix et l'articulation de ces étapes définissent une variété de démarches scientifiques possibles au regard de la problématique abordée ». ³⁵⁵

³⁴⁹ Calmettes B, Boilevin J-M, *le modèle « investigation – structuration » et l'actualité des tensions autour des constructivismes*, 2014

³⁵⁰ Astolfi J-P, Perfalvi B, *Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales*, 1993.

³⁵¹ Reverdy C, *Les recherches en didactiques pour l'enseignement des sciences et des technologies*, Dossier de veille de l'IFÉ, 2018.

³⁵² Calmettes B, Boilevin J-M, *op.cit*

³⁵³ Il n'est dispensé que dans 5 % des 210 000 classes de l'enseignement élémentaire.

³⁵⁴ « Pour lutter contre l'échec scolaire et la violence dans les quartiers les plus défavorisés (voire sinistrés) de Chicago, le physicien Léon Lederman met en place, dès 1992, un programme d'enseignement des sciences fondé sur l'expérimentation (Hands on) : les enfants, mis en contact avec des phénomènes naturels simples, vont s'impliquer dans une démarche de découverte, puis, à partir de l'observation, apprendre à construire un raisonnement ».

<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/94/%E2%80%99exp%C3%A9rience-am%C3%A9ricaine>

³⁵⁵ <https://pedagogie.ac-rennes.fr/spip.php?article2671>

Largement soutenue en France, l'efficacité de la démarche d'investigation est discutée dans l'enquête PISA 2015³⁵⁶, analyse elle-même contestée par Pierre Léna³⁵⁷ qui souligne que plusieurs effets positifs sur les élèves de la démarche d'investigation – le goût pour les sciences, les convictions épistémiques, le choix de carrière – ne sont pas évalués par l'enquête de l'OCDE.

Le succès de cette expérimentation, qui associe initiatives des milieux académiques et soutien institutionnel fort, annonce le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de technologies à l'école (PRESTE) de juin 2000³⁵⁸.

Les principaux attendus du PRESTE

Le rôle de l'expérimentation :

« Un accord assez unanime s'établit notamment autour de la nécessité de rendre plus effectif l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, de lui assigner autant qu'il est possible une dimension expérimentale, de développer la capacité d'argumentation et de raisonnement des élèves, en même temps que leur appropriation progressive de concepts scientifiques ».

L'effectivité de l'enseignement des sciences :

« L'enseignement des sciences et de la technologie doit être effectif dans toutes les classes et s'inscrire dans le cadre horaire spécifié par l'arrêté du 22 février 1995, assorti aux programmes. Suivant les prescriptions de la circulaire de préparation de la rentrée 2000, le volume horaire hebdomadaire dévolu aux activités à caractère scientifique peut être globalisé pour permettre des regroupements de séances significatifs.

La souplesse d'aménagement du temps consacré aux enseignements scientifiques permet en outre un ajustement aux besoins spécifiques des élèves. »

Des élèves acteurs :

« Les élèves s'interrogent, agissent de manière raisonnée et communiquent. Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques.

- *Ils observent un phénomène du monde réel et proche, au sujet duquel ils formulent leurs interrogations.*
- *Ils conduisent des investigations réfléchies en mettant en œuvre des démarches concrètes d'expérimentation, complétées le cas échéant par une recherche documentaire. Il est important que les élèves pratiquent l'une et l'autre de ces deux voies complémentaires.*
- *Ils échangent et argumentent au cours de l'activité, ils partagent leurs idées, confrontent leurs points de vue et formulent leurs résultats provisoires ou définitifs, oralement et par écrit. Ce faisant, ils sont conduits à s'écouter mutuellement, à considérer l'autre, à le respecter et à prendre en compte son avis. »*

Le rôle des maîtres :

« Le maître crée les conditions d'une réelle activité intellectuelle des élèves.

- *Il vise une appropriation progressive, par les élèves, de concepts et de démarches scientifiques conformes aux programmes de l'école.*
- *Il favorise l'expression la plus juste et la plus précise de leur pensée. Pour ce faire, il accepte en un premier temps la langue des élèves, même approximative, pour ne rien limiter de l'expression de leur pensée, mais il vise la précision de la langue qui est l'un des objectifs majeurs de l'activité, tant à l'oral qu'à l'écrit.*
- *Il inscrit l'activité scientifique dans une démarche cohérente qui privilégie le sens et qui favorise les liens interdisciplinaires. La maîtrise de la langue, les mathématiques, l'histoire et la citoyenneté sont notamment concernées.*
- *Il s'efforce d'enrichir le questionnement des élèves et les incite à douter.*
- *Il suscite leur raisonnement et encourage leur sens critique.*
- *Il crée les conditions d'une prise d'autonomie des élèves. »*

³⁵⁶ <https://www.oecd.org/fr/publications/resultats-du-pisa-2015-volume-ii-9789264267558-fr.htm>

³⁵⁷ https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/ressources/pedago/evaluation/AA_Article%20Le%cc%81na_Bup%201000-1.pdf

³⁵⁸ <https://www.education.gouv.fr/bo/2000/23/ensel.htm>

Le PRESTE favorise la relance de l'enseignement des sciences et la dynamique de rénovation se poursuit, les programmes de 2002 généralisant progressivement à l'ensemble des classes les principes du plan de rénovation : « ces programmes [en application depuis la rentrée 2005-2006 pour la classe de sixième et à compter de la rentrée 2006-2007 pour la classe de cinquième] ont été élaborés conjointement par des experts des trois disciplines : mathématiques, sciences de la vie et de la Terre et sciences physiques et chimiques afin d'en faire ressortir les points de convergence. Ils comportent une introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques fixant des objectifs communs et des thèmes de convergence qui permettent une interdisciplinarité. Dans la continuité de l'école primaire, ils privilégient une démarche d'investigation aussi bien dans le cadre de l'enseignement des sciences expérimentales que dans celui des mathématiques »³⁵⁹.

Dans ce contexte de généralisation de la démarche d'investigation, une nouvelle expérimentation, l'enseignement intégré de sciences et technologie (EIST)³⁶⁰ est lancé en 2006. Son évaluation, par l'inspection générale, met en avant la caractère « exemplaire » de l'expérimentation, mais relève que « ce dispositif pédagogique n'a pas vocation à évoluer vers une pratique généralisée », car « l'objectif de pérennisation et d'extension impose à l'institution éducative de relever plusieurs défis structuraux et fonctionnels afin de permettre la persistance d'équipes de professeurs motivés et de mettre au point les outils d'accompagnement, de pilotage et de formation à la hauteur des enjeux »³⁶¹.

Chronologie indicative

- 1792 : Projet d'instruction publique de Condorcet accordant la prééminence aux disciplines scientifiques
- 1794 : Rapport de Lakanal au comité d'instruction publique sur les écoles normales
- 1808 : Création du « baccalauréat ès sciences », en fait un grade complémentaire du baccalauréat
- 1833 : Loi Guizot et entrée des sciences à l'école primaire
- 1847 : Rapport Dumas sur « l'état actuel de l'enseignement scientifique »
- 1852 : Réforme de la bifurcation et création d'un enseignement de sciences au lycée
- 1854 : Instruction aux recteurs promouvant un enseignement pratique et concret des sciences
- 1864 : Fin du système de la bifurcation mais maintien du baccalauréat ès sciences
- 1865 : Parution de *L'introduction à l'étude de la médecine expérimentale* de Claude Bernard
- 1865 : Instruction ministérielle sur l'enseignement scientifique dans les lycées³⁶²
- 1867 : Promotion de la « leçon de choses » par Marie Pape-Carpantier
- 1882 : Enseignement scientifique obligatoire à l'école primaire
- 1882 : Programmes de science de l'enseignement secondaire de jeunes filles
- 1891 : Création du baccalauréat « moderne »
- 1902 : Réforme pédagogique du lycée
- 1902 : Instructions officielles relatives aux nouveaux programmes
- 1904 : Cycle de conférences pédagogiques portant d'abord sur l'enseignement des sciences à l'initiative du vice-recteur Louis Liard
- 1923 : Nouvelles instructions officielles confortant l'enseignement des sciences
- 1924 : Échec de la réforme Bérard visant à rétablir le latin obligatoire
- 1945 : Ouverture des premières « classes nouvelles » prévues par la commission Langevin Wallon

³⁵⁹ <https://questions.assemblee-nationale.fr/q12/12-97752QE.htm>

³⁶⁰ Les trois disciplines concernées sont la Physique-chimie, les sciences de la vie et de la terre et la technologie.

³⁶¹ Perrot, N, Pietrik, G, Rojat, D, *L'enseignement intégré de science et technologie*, mai 2009,

³⁶² https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1995_ant_6_1_3781

- 1956 : Création de l’Institut pédagogique national, héritier du musée pédagogique de 1878
- 1957 : Prise de position critique de Célestin Freinet sur *l’enseignement des sciences*
- 1960 : Parution de *Pour une pédagogie de l’engagement* de Louis Legrand
- 1967 : Début des travaux de la commission Lichnerowicz sur l’enseignement des mathématiques modernes
- 1968 : Colloque d’Amiens sur la rénovation pédagogique à l’initiative de l’association d’étude pour l’expansion de la recherche scientifique
- 1968 : Commission de rénovation pédagogique
- 1969 : Arrêté instituant le « *tiers temps* » pédagogique pour les « *disciplines d’éveil* »
- 1973 : Traduction de *logique de la découverte scientifique* de Karl Popper (1934)
- 1976 : Thèses de didactique des sciences d’André Giordan évoquant HOERIC
- 1985 : Nouveaux programmes « Chevènement » recentrés sur les enseignements fondamentaux » et fin des disciplines d’éveil
- 1996 : Lancement d’une expérimentation sur la démarche d’investigation par l’association La main à la pâte
- 2000 : Plan de rénovation de l’enseignement des sciences et technologies à l’école (PRESTE)
- 2002 : Rapport de Guy Ourisson sur *la désaffection des élèves pour les études scientifiques*
- 2006 : Expérimentation de l’enseignement intégré de sciences et technologie (EIST) au collège
- 2006 : Enquête PISA centrée sur la culture scientifique des élèves
- 2012 : Création des premières « maisons pour la science » dans les universités

La démarche scientifique dans les enquêtes CEDRE PISA TIMSS

Plusieurs enquêtes, au niveau national ou international, évaluent les performances des élèves de collège ou de début de lycée en sciences :

- en France, le « Cycle des évaluations disciplinaires réalisées sur échantillon » (CEDRE)³⁶³, qui évalue les élèves en CM2 (CEDRE-collège) et en classe de troisième (CEDRE-école) ;
- l'enquête internationale « *Trends in international mathematics and science study* » (TIMSS)³⁶⁴, évalue les compétences en sciences et en mathématiques des élèves de CM1 (TIMSS 4) et de la classe de quatrième (TIMSS 8) ;
- l'enquête internationale « Programme international pour le suivi et les acquis des élèves » (PISA)³⁶⁵ organisée par l'OCDE évalue les performances de compréhension de l'écrit, de culture mathématique et de culture scientifique des élèves de 15 ans. Tous les 9 ans, l'enquête analyse en profondeur les performances en sciences des élèves.

Les enquêtes TIMSS et CEDRE évaluent les élèves du cours moyen et ceux du collège. Dans l'enquête PISA les élèves français évalués sont pour la plupart en classe de seconde (environ 70 %), les autres étant essentiellement en classe de troisième. Les caractéristiques principales de ces enquêtes, résumées tableau A5-1, diffèrent par l'âge des élèves concernés et par le questionnement auquel ils sont soumis, qui met en lumière des aspects différents de leurs capacités en science.

Les enquêtes CEDRE-collège et PISA évaluent explicitement les connaissances de contenu (ou notionnelles), les connaissances procédurales et les connaissances épistémiques. L'enquête TIMSS et CEDRE-école n'adopte pas cette classification mais distingue les domaines cognitifs « connaître », « appliquer » et « raisonner », qui recouvrent les connaissances de contenus et procédurales mais ne permettent pas d'isoler les connaissances épistémiques.

Tableau A5-1 : comparaison des évaluations nationales et internationales en sciences au collège et en début de lycée

	CEDRE (National)	TIMSS	PISA
Élèves concernés	CM2 Classe de troisième	TIMSS 4 : CM1 TIMSS 8: classe de quatrième	Élèves âgés de 15 ans (70 % en classe de seconde)
Périodicité	Annuelle, un champ donné revient tous les 6 ans	Tous les 4 ans	Tous les trois ans
Dernière session consacrée aux sciences	2018	2019	2018, dernière session avec focale sciences en 2015
Derniers résultats publiés	Synthèse DEPP 2018 Résultats complets à venir	Résultats complets 2019	2018 2015 analyse approfondie des résultats en sciences
Prochaine session consacrée aux sciences	2024	2023	2025, prochaine focale « sciences »

³⁶³ Consulter : <https://www.education.gouv.fr/cycle-des-evaluations-disciplinaires-realisees-sur-echantillon-cedre-en-fin-d-ecole-et-fin-de-2870>

³⁶⁴ Consulter : <https://www.education.gouv.fr/timss-evaluer-les-competences-des-eleves-de-cm1-et-de-4e-en-mathematiques-et-en-science-308600>

³⁶⁵ Consulter : <https://www.education.gouv.fr/pisa-programme-international-pour-le-suivi-des-acquis-des-eleves-41558>

Catégories de connaissances évaluées	École : C et P E non directement évaluée	C et P E non directement évaluée	C P et E depuis 2015
C : connaissances de contenu	Collège : C et P		
P : connaissances procédurales	E renforcé dans sessions futures		
E : connaissances épistémiques			

Une évolution du questionnement de PISA qui traduit une attention renforcée à la démarche scientifique

La formation à la démarche scientifique s'étant affirmée, au niveau mondial, comme un objectif majeur de l'éducation aux sciences, la méthodologie et le contenu des enquêtes a évolué en quelques années.

Ainsi, le questionnement de PISA a été adapté de façon à affiner le diagnostic que l'on peut poser sur la compréhension des différentes dimensions de la démarche scientifique : les catégories de connaissances procédurales et épistémiques associées à la démarche scientifique sont explicitement testées depuis 2015 par les enquêtes PISA à focale scientifique. Le tableau A5-2 montre par ailleurs que la proportion des questions évaluant ces catégories de connaissance a significativement augmenté entre 2015 et 2018.

Les services de la DEPP, rencontrés par la mission, indiquent que l'enquête CEDRE-collège suit le même chemin, avec l'introduction de plus en plus marquée de questions évaluant les compétences épistémiques et procédurales.

Tableau A5-2 : Pourcentages de questions relatives aux trois catégories de connaissances considérées dans les enquêtes PISA 2015 et PISA 2018³⁶⁶

	Connaissances de contenus	Connaissances procédurales	Connaissances épistémiques
PISA 2015	98 (53 %)	60 (33 %)	26 (14 %)
PISA 2018	49 (43 %)	47 (41 %)	19 (17 %)

La mission estime que ces évolutions sont très positives en ce qu'elles mettent l'accent sur les aspects de la formation en sciences liés à la démarche scientifique.

Les enseignements des enquêtes PISA 2015 et 2018

Pour la France, l'enquête PISA est plus complexe à analyser que les enquêtes CEDRE et TIMSS car elle porte sur des élèves se trouvant à des niveaux scolaires différents. Il est donc beaucoup plus difficile d'en tirer des conclusions sur les performances du système scolaire lui-même, aux différents niveaux de la formation. Les résultats obtenus dans PISA agrègent ceux d'élèves aux parcours différents, selon qu'ils s'orientent vers le lycée professionnel ou dans la voie générale et technologique, et selon qu'ils sont en retard ou pas.

La mission donne cependant, pour référence, les résultats essentiels obtenus par les élèves français aux tests PISA 2015³⁶⁷ et 2018³⁶⁸.

Les résultats, comme ceux obtenus dans TIMSS, sont stables, comme le montre le tableau A5-3. On constate que les élèves français ont des résultats légèrement supérieurs à ceux de la moyenne des élèves de l'OCDE. Les effets de la réforme du collège de 2016, que les élèves testés en 2018 ont connus en classe de troisième et, pour une partie d'entre eux, en classe de quatrième seulement en 2016, ne sont pas perceptibles.

³⁶⁶ Ce décompte porte sur les questionnaires « électroniques » seulement.

³⁶⁷ DEPP, Les élèves de 15 ans en France selon PISA 2015 en culture scientifique : des résultats stables, toujours marqués par de fortes inégalités, note d'information n° 37, 2016.

³⁶⁸ DEPP, PISA 2018 : culture mathématique, culture scientifique et vie de l'élève, note d'information n° 19.50, 2019.

Une analyse plus fine réalisée par la DEPP sur les résultats de PISA 2015 montre que les résultats sont tirés vers le haut par les élèves de seconde générale et technologique (score moyen 545). Les élèves de seconde professionnelle ont des scores moyens très inférieurs (435).

Tableau A5-3 : évolution des scores moyens et classements de la France aux enquêtes PISA 2015 et PISA 2018

Score moyen en sciences	PISA 2015	PISA 2018
France (Moyenne OCDE)	495 (493)	493 (489)
Rang France / OCDE	27/70	24/78
Rang France / UE	14/28	12/28

Les résultats de PISA 2015 détaillent les scores obtenus pour les différentes catégories de connaissances en agrégeant les connaissances procédurales et épistémiques ; ils sont, pour le cas de la France, précisés dans le tableau A5-4.

Les résultats des élèves français sont meilleurs dans les questions relevant de la démarche scientifique que dans celles qui testent les connaissances de contenus scientifiques. En l'état et en l'absence de données complémentaires (par exemple séparant les scores relatifs aux connaissances procédurales et épistémiques), ces résultats ne se prêtent pas à une interprétation claire.

Tableau A5-4 : Scores et rangs obtenus pour les différentes catégories de question et au niveau global

	Score Global	Contenus	Épistémique et Procédurale ³⁶⁹
France (Moyenne OCDE)	495 (493)	489 (493)	499 (493)
Rang France / OCDE	26/56	30/56	23/56
Rang France / UE	11/24	15/24	10/24

Lecture : pour les questions évaluant des connaissances de contenu, le score moyen des élèves français s'élève à 489 alors que la moyenne des pays de l'OCDE est de 493. La France se place au 30^e rang sur 56 pays de l'OCDE ayant passé le test et au 15^e rang sur les 24 pays de l'union européenne y ayant participé.

³⁶⁹ Les catégories de connaissances procédurales et épistémiques sont comptées ensemble par PISA.

Questionnaire adressé aux doyens du collège EDP

Nous vous remercions de renseigner le questionnaire ci-dessous, qui a pour but de mieux comprendre la place de la démarche scientifique dans les différents enseignements du second degré ou du supérieur scolaire.

En première approche, la mission donne à l'expression « démarche scientifique » un sens assez large qui s'articule autour de deux dimensions qu'il convient de bien distinguer.

Il s'agit, d'une part, des étapes permettant l'élaboration de connaissances destinées à faire consensus : émission d'une hypothèse, identification de conséquences observables, validation ou infirmation de l'hypothèse par comparaison avec des observations ou des mesures effectivement réalisées, retour sur l'hypothèse de départ³⁷⁰ et ainsi de suite.

L'expression démarche scientifique recouvre, d'autre part, un ensemble de procédures, d'attitudes et de valeurs partagées par une communauté de personnes et d'institutions : le savoir scientifique s'enrichit des échanges, parfois des controverses, qui animent cette communauté.

Préciser la discipline ou les disciplines d'enseignement concernées par les réponses à ce questionnaire.

- 1- La formation à une forme de démarche scientifique fait-elle partie des objectifs de formation de la (des) discipline(s) de votre groupe ?
- 2- Si c'est le cas, pouvez-vous préciser le sens qui est donné à l'expression « démarche scientifique » dans le cadre de ces enseignements disciplinaires ?
- 3- Quels sont les aspects de la démarche scientifique qui vous semblent implicitement développés dans les enseignements de votre (vos) disciplines ?
- 4- Quelles finalités sont attachées à la formation à la démarche scientifique ?
- 5- Ces finalités figurent-elles de manière explicite dans les programmes d'enseignement ? Si oui, sous quelle forme (préambules, notions exigibles, ...).
- 6- Diriez-vous que les enseignants de la (ou les) discipline(s) concernée par les réponses à ce questionnaire sont formés de façon satisfaisante à la démarche scientifique ?
- 7- La maîtrise des compétences associées à la démarche scientifique est-elle évaluée (explicitement ou implicitement) dans le cadre des enseignements concernés par les réponses à ce questionnaire ?
- 8- Pouvez-vous citer des expérimentations ou des initiatives dans le cadre de votre (vos) discipline(s) susceptibles de favoriser l'appropriation par les élèves de la démarche scientifique ?
- 9- Pouvez citer des exemples d'actions de sensibilisation à la démarche scientifique qui sont menées dans le cadre de votre (vos) discipline(s) ?

Grand merci pour vos réponses. N'hésitez pas à utiliser l'espace ci-dessous pour nous faire part de toute réflexion que vous inspire le sujet et qui n'aurait pas été abordée dans les questions ci-dessus.

³⁷⁰ Il n'est évidemment pas question d'affirmer que ces étapes se succèdent linéairement dans une séquence chronologique régulière. L'élaboration des savoirs scientifiques est le plus souvent sujette à des retours en arrière et à des ruptures, mais elle passe toujours par l'une ou l'autre de ces étapes.

Questionnaire adressé aux CAST

* Obligatoire

Le cadre de travail

1. Indiquez quelle est votre académie *
 - *Réponse textuelle libre*
2. Disposez-vous d'une lettre de mission ? *
 - Oui
 - Non
3. Si vous disposez d'une lettre de mission, qui en est à l'origine ?
 - le Recteur
 - le DAAC
 - le DRARI
 - Autre
4. Si vous n'avez pas de lettre de mission, sur quelles bases exercez-vous cette fonction (feuille de route signée par, rédigée avec/par ...) ?
 - *Réponse textuelle libre*

Les modalités de travail

5. Suivez-vous certains dossiers de façon conjointe avec le DAAC? Si oui, précisez lesquels. *
 - *Réponse textuelle libre*
6. Lorsqu'ils existent, classer les types de dossiers partagés entre DAAC et CAST du plus fréquent au moins fréquent (plus fréquent en haut de la liste)
 - Régional
 - Académique
 - National
 - Départemental

Les chargés de mission CSTI

7. Nombre de chargés de mission pour le premier degré *
 - Score de 1 à 10
8. Nombre de chargés de mission pour le second degré *
 - Score de 1 à 10
9. Quelles sont les disciplines concernées pour le second degré ? *
 - Français
 - Langues vivantes
 - Arts plastiques
 - Education musicale
 - Education physique et sportive
 - Enseignement moral et civique
 - Histoire et géographie
 - Sciences de la vie et de la terre
 - Physique-chimie

- Technologie
- Mathématiques
- Autres

10. Des enseignants sont-ils mis à disposition de certains partenaires ? *

- Oui
- Non

11. Si oui, précisez les partenaires concernés

- *Réponse textuelle libre*

12. Si oui, précisez les disciplines des enseignants concernés

- *Réponse textuelle libre*

13. Des projets de CSTI sont-ils intégrés dans le dispositif PASS ? *

- Oui
- Non

14. Si oui, quelle part représentent ces projets de CSTI approximativement par rapport à l'ensemble du dispositif PASS ?

- *10 réponses possibles de 0 % à 100 %*

Les actions propres au CAST

15. Des actions ont-elles pu être menées en faveur du premier degré en collaboration avec des IEN premier degré, référents sciences et technologie ? Si oui, précisez les principales, de votre point de vue *

- *Réponse textuelle libre*

16. Dans votre académie, le CAST est-il référent académique pour les sciences et technologie pour le premier degré ? Si ce n'est pas le cas, indiquer la fonction de la personne qui remplit cette mission *

- *Réponse textuelle libre*

17. Les CAST ont-ils à gérer des partenariats dans le domaine spécifique de la CSTI ? *

- Oui
- Non

18. Si oui classer du plus fréquent au moins fréquent le niveau des partenariats dans le domaine de la CSTI (Plus fréquent en premier)

- Régional
- Académique
- National
- Départemental

19. Quelle(s) action(s) spécifique(s) à l'académie a (ont) été mise(s) en place ? *

- *Réponse textuelle libre*

20. Des actions spécifiques d'accompagnement d'établissements existent-elles ? Si oui, précisez les modalités de cet accompagnement ? *

- *Réponse textuelle libre*

21. Quelles sont les instances de pilotage et de réflexion au niveau académique auxquelles le CAST est associé ? *

- *Réponse textuelle libre*

22. Quelles formations (PREAC, PAF) ont pu être proposées par l'action du CAST ? *

– *Réponse textuelle libre*

23. Quels travaux en interdisciplinarité (IA-IPR, IEN, ET-EG) ont pu être menés (coordonnés) par le CAST ? *

– *Réponse textuelle libre*

24. Comment (et par qui) sont identifiés les partenaires pertinents pour sensibiliser et former à la démarche scientifique ? *

– *Réponse textuelle libre*

25. Classer par ordre de fréquence les partenaires suivants, du plus fréquent au moins fréquent (Plus fréquent en premier) *

- Les CCSTI
- Les acteurs et opérateurs de l'enseignement supérieur (universités, écoles, maisons pour la science ...)
- Associations nationales
- Autres

26. Disposez-vous d'une cartographie des acteurs mobilisables ? *

- Oui
- Non

27. Les partenariats sont-ils formalisés dans le cadre de conventions ? *

- Oui pour l'ensemble des partenariats
- Oui pour certains des partenariats
- Non

28. Si vous n'avez pas répondu non à la question précédente, précisez les partenariats formalisés dans le cadre de conventions *

- avec les CCSTI
- avec l'(les) université(s) du territoire
- avec le CNRS
- avec le CEA
- avec l'INSERM
- avec l'INRAE
- avec l'INRIA
- avec l'(les) école(s) d'ingénieurs du territoire
- avec les associations nationales
- avec les associations locales
- Autre(s)

29. Quel type de conventions sont écrites avec les partenaires ? *

- Convention-cadre
- Convention de mise à disposition
- Convention financière

30. Dans le cas de partenariats impliquant l'intervention en milieu scolaire d'une personne extérieure : des formations sont-elles prévues pour préparer l'intervenant aux spécificités du milieu scolaire ? *

- Systématiquement
- Souvent

- Parfois
- Jamais

31. Si vous avez répondu autre chose que jamais à la question précédente, préciser le type de formations mises en place

– *Réponse textuelle libre*

Le suivi et l'évaluation des activités du CAST

32. Quelles modalités de dialogue et de bilan d'activités sont mises en place entre le CAST et le Recteur (ou le cabinet du recteur) ? *

- Notes au recteur
- Notes au cabinet
- Rapport d'activité
- Bilan annuel
- Présentation en réunion des activités
- Intégration du sujet dans le projet académique

32. Des modalités d'évaluation et d'impact des actions engagées par le CAST sont-elles mises en place ? *

- Oui
- Non

32. Quels indicateurs sont dans ce cas suivis ? *

- Nombre de participants
- Suivi des participants
- Questionnaire de satisfaction (niveau enseignant)
- Questionnaire de satisfaction (niveau élève)
- Autre

32. Des évaluations des actions sont-elles conduites dans le cadre de projets de recherches ? *

- Oui
- Non

32. Si oui, précisez les chercheurs impliqués et leurs laboratoires de rattachement

– *Réponse textuelle libre*

Questionnaire adressé aux directeurs d'INSPÉ

* : question obligatoire

Données sur l'INSPÉ

1. Indiquez quel est votre INSPÉ *

- *Réponse textuelle libre*

La formation MEEF 1^{er} degré

- Les questions portent sur l'ensemble des deux années du master MEEF 1^{er} degré

2. Combien d'heures de formation s'adressant à tous les étudiants sont consacrées à des enseignements dont vous estimatez qu'ils contribuent à la formation à la démarche scientifique ? (réponse exprimée en heures) *

- *Réponse textuelle libre*

3. Préciser quels sont ces enseignements qui contribuent à la formation à la démarche scientifique *

- *Réponse textuelle libre*

4. La maquette MEEF 1^{er} degré comporte-t-elle des UE dans lesquelles les étudiants réalisent un travail permettant de les initier à la recherche ? *

- Non
- Oui obligatoires
- Oui facultatives

5. Si vous avez répondu oui à la question 4, quel est le volume horaire de ces UE ? (réponse exprimée en heures)

- *Réponse textuelle libre*

6. Dans le cas où des UE facultatives sont proposées, quelle est la proportion d'étudiants qui les suivent ? (réponse exprimée en %)

- *Réponse textuelle libre*

7. La démarche scientifique est-elle abordée de **façon explicite** dans le master MEEF 1^{er} degré dans le cadre des enseignements disciplinaires ?

- Oui
- Non

8. Si la démarche scientifique est abordée de **façon explicite** dans le master MEEF 1^{er} degré dans le cadre des enseignements disciplinaires, pouvez-vous indiquer dans quelles UE c'est le cas ?

- *Réponse textuelle libre*

9. La démarche scientifique est-elle abordée dans des **modules d'enseignements pluridisciplinaires** des formations MEEF 1^{er} degré en dehors des UE de sciences et technologie ?

- Oui
- Non

10. Si tel est le cas dans votre Inspé, pouvez-vous indiquer dans quelles UE ?

- UE en lien avec l'EAC
- UE en lien avec l'éducation civique (enseignement scientifique et laïcité, valeurs de la République)

UE en lien avec l'EDD

UE en lien avec l'initiation à la recherche

Autre

11. Si vous avez coché la case "Autre" en Q10, veuillez préciser l'(ou les) UE où est abordée la démarche scientifique avec une vision pluridisciplinaire

– *Réponse textuelle libre*

12. Existe-t-il une ou des UE spécifiquement dédiée(s) à la préparation du domaine « sciences et technologie » de l'épreuve écrite d'application du CRPE ? *

Oui

Non

13. Si oui, préciser leur intitulé et la proportion des étudiants qui y participent

– *Réponse textuelle libre*

14. Si non, pouvez-vous indiquer la proportion des étudiants de master MEEF1D 2eme année qui choisissent le domaine « sciences et technologie » de l'épreuve écrite d'application du CRPE ?

Moins de 20 %

De 20 à 40 %

De 40 à 60 %

De 60 à 80 %

Plus de 80%

La formation MEEF 2^{ème} degré

– **Les questions suivantes portent sur l'ensemble des deux années du Master MEEF 2D**

15. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Documentation** ? *

Oui

Non

16. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs *

– *Réponse textuelle libre*

17. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Éducation musicale et chant choral** ?

Oui

Non

18. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

19. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Sciences de la vie et de la Terre** ?

Oui

Non

20. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

21. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Arts Plastiques**
- Oui
 - Non
22. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
23. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Histoire et géographie** ?
- Oui
 - Non
24. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
25. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Langues régionales** ?
- Oui
 - Non
26. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
27. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Langues vivantes** ?
- Oui
 - Non
28. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
29. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Langue des signes française** ?
- Oui
 - Non
30. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
31. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré Lettres (**Lettres classiques, Lettres modernes**)
- Oui
 - Non
32. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs
- *Réponse textuelle libre*
33. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Mathématiques** ?
- Oui
 - Non
34. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

35. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Numérique et sciences informatiques** ?

- Oui
- Non

36. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

37. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Philosophie** ?

- Oui
- Non

38. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

39. Existe-t-il des UE de formation explicitement dédiées à la démarche scientifique pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré Physique chimie ?

- Oui
- Non

40. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

41. Existe-t-il des UE de formation **explicitement dédiées à la démarche scientifique** pour les étudiants se préparant au concours de recrutement du second degré **Sciences économiques et sociales** ?

- Oui
- Non

42. Si oui, précisez les intitulés des UE et leurs volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

43. Existe-t-il des UE préparant à la pratique de la pluridisciplinarité les étudiants de master MEEF 2D ?

- Oui, obligatoire
- Oui, optionnelle
- Non, aucune

44. Si oui (optionnelle et facultative), préciser en indiquant les intitulés et les volumes horaires respectifs

– *Réponse textuelle libre*

Formateurs-enseignants et intervenants : acteurs de formation au sein de l'INSPE

Ces questions ne concernent que les deux années du MEEF

45. En MEEF 1D, dans les UE qui contribuent explicitement à l'apprentissage de la démarche scientifique, quel est le profil disciplinaire des enseignants ?

- Physique ou chimie
- Mathématiques
- Biologie ou géologie
- Economie ou gestion

- Sciences de l'éducation
- Philosophie
- Histoire géographie
- Autre

46. Indiquez les **partenaires extérieurs** à l'INSPE (s'il y en a) avec lesquels vous collaborez pour former à la démarche scientifique les étudiants du master **MEEF 1D**. Précisez quelles sont les UE concernées.

– *Réponse textuelle libre*

47. Indiquez les **partenaires extérieurs** à l'INSPE (s'il y en a) avec lesquels vous collaborez pour former à la démarche scientifique les étudiants du master **MEEF 2D**. Précisez quelles sont les UE concernées.

– *Réponse textuelle libre*

Stratégie de formation de l'INSPE

Ces questions peuvent concerner les deux master MEEF 1D et MEEF 2D

48. Mettez-vous en œuvre une approche pédagogique spécifique de formation à la démarche scientifique ? *

- Oui
- Non

49. Si oui, explicitez l'approche pédagogique choisie pour cet apprentissage de la démarche scientifique ?

– *Réponse textuelle libre*

50. En MEEF 1D, les futurs professeurs des écoles sont-ils préparés à mettre en œuvre une pédagogie particulière pour l'enseignement des sciences et technologie à leurs élèves ? *

- Oui
- Non

51. Si oui, quelle pédagogie sont-ils préparés à mettre en œuvre ?

– *Réponse textuelle libre*

52. L'enseignement de la démarche scientifique est-il considéré au sein de l'INSPE comme un enjeu de formation important (1 pas important et 5 très important) *

– Score de 1 à 5.

Parmi les affirmations suivantes, appliquez un score

Vos objectifs de formation dans le domaine de la démarche scientifique pour les étudiants du master MEEF 1D (note de 1 à 5 en fonction de vos objectifs ; 1 = pas important à 5 = très important)

53. L'enseignant aura été formé aux méthodologies de validation des savoirs scientifiques (hypothèse-expérience-validation par les faits) *

– Score de 1 à 5

54. L'enseignant aura été formé à identifier le caractère scientifique ou non d'une affirmation *

– Score de 1 à 5

55. L'enseignant aura été formé à identifier les retombées existantes ou potentielles sur la société des avancées scientifiques et technologiques *

– Score de 1 à 5

56. L'enseignant aura acquis un bagage minimal de connaissances scientifiques et technologiques *

- Score de 1 à 5
57. L'enseignant sera capable de conduire avec ses élèves une démarche d'investigation *
- Score de 1 à 5
58. L'enseignant saura utiliser la démarche scientifique pour développer l'esprit critique de ses élèves *
- Score de 1 à 5
59. L'enseignant saura enseigner à ses élèves l'apport de la démarche scientifique à l'éducation aux valeurs de la République *
- Score de 1 à 5
60. L'enseignant aura été formé à développer l'intérêt de ses élèves pour les sciences et la technologie *
- Score de 1 à 5
61. L'enseignant aura une connaissance du mode de fonctionnement de la communauté scientifique et de ses valeurs *
- Score de 1 à 5
62. L'enseignant aura acquis une expérience personnelle de la recherche *
- Score de 1 à 5

Parmi les affirmations suivantes, appliquez un score

Vos objectifs de formation dans le domaine de la démarche scientifique pour les étudiants du master MEEF 2D (note de 1 à 5 en fonction de vos objectifs ; 1 = pas important à 5 = très important)

63. L'enseignant aura été formé aux méthodologies de validation des savoirs scientifiques (hypothèse-expérience-validation par les faits) *
- Score de 1 à 5
64. L'enseignant aura été formé à identifier le caractère scientifique ou non d'une affirmation *
- Score de 1 à 5
65. L'enseignant aura été formé à identifier les retombées existantes ou potentielles sur la société des avancées scientifiques et technologiques *
- Score de 1 à 5
66. L'enseignant aura acquis un bagage minimal de connaissances scientifiques et technologiques *
- Score de 1 à 5
67. L'enseignant sera capable de conduire avec ses élèves une démarche d'investigation *
- Score de 1 à 5
68. L'enseignant saura utiliser la démarche scientifique pour développer l'esprit critique de ses élèves *
- Score de 1 à 5
69. L'enseignant saura enseigner à ses élèves l'apport de la démarche scientifique à l'éducation aux valeurs de la République *
- Score de 1 à 5
70. L'enseignant aura été formé à développer l'intérêt de ses élèves pour les sciences et la technologie *
- Score de 1 à 5

71. L'enseignant aura une connaissance du mode de fonctionnement de la communauté scientifique et de ses valeurs *

– Score de 1 à 5

72. L'enseignant aura acquis une expérience personnelle de la recherche *

– Score de 1 à 5

73. Constatez-vous un déficit de compétences en sciences et technologie des étudiants de MEEF 1D ? *

Oui

Non

74. Si tel est le cas, quelle est la démarche de remédiation mise en place par l'INSPÉ ? *

– *Réponse textuelle libre*

75. En MEEF 1D, l'INSPÉ prépare-t-il les futurs professeurs des écoles à établir des partenariats extérieurs dans le cadre de leurs enseignements de sciences et technologie ? Exemples : comment faire venir un chercheur dans ma classe ? Comment organiser une visite d'un musée ? etc...

Oui

Non

76. En MEEF 2D, l'INSPÉ prépare-t-il les futurs professeurs des écoles à établir des partenariats extérieurs dans le cadre de leurs enseignements de sciences et technologie ? Exemples : comment faire venir un chercheur dans ma classe ? Comment organiser une visite d'un musée ? etc...

Oui

Non

77. En MEEF 1D, l'INSPÉ prépare-t-il les futurs professeurs à utiliser ensuite ces partenariats dans le cadre de leurs enseignements ? Exemples : comment exploiter une séance de classe avec un chercheur dans le cadre des enseignements de sciences et technologie ? Comment exploiter la visite d'un musée dans le cadre des enseignements de sciences et technologie ?

Oui

Non

78. En MEEF 2D, l'INSPÉ prépare-t-il les futurs professeurs à utiliser ensuite ces partenariats dans le cadre de leurs enseignements ? Exemples : comment exploiter une séance de classe avec un chercheur dans le cadre des enseignements de sciences et technologie ? Comment exploiter la visite d'un musée dans le cadre des enseignements de sciences et technologie ?

Oui

Non